

INGENIERÍA CONCEPTUAL DEL SISTEMA DE ASEGURAMIENTO
METROLÓGICO DEL MÓDULO DE TEMPERATURA DEL LABORATORIO DE
INSTRUMENTACIÓN DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

FABIAN ANDRES CORDOBA BENJUMEA
JUAN CAMILO DUEÑAS MORENO



UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
2015

INGENIERÍA CONCEPTUAL DEL SISTEMA DE ASEGURAMIENTO
METROLÓGICO DEL MÓDULO DE TEMPERATURA DEL LABORATORIO DE
INSTRUMENTACIÓN DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

FABIAN ANDRES CORDOBA BENJUMEA
JUAN CAMILO DUEÑAS MORENO

PROYECTO DE GRADO

JUAN CARLOS MANTILLA SAAVEDRA
DIRECTOR DEL PROYECTO

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
2015

Nota de aceptación

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

BUCARAMANGA, MARZO DEL 2015

DEDICATORIA

Juan Camilo Dueñas Moreno

Doy gracias a Dios por haberme dado la oportunidad de estudiar esta hermosa carrera dotándome con grandes capacidades para enfrentar esta gran aventura. Gracias a el porque me siento protegido por su presencia cada día de mi vida, por proveerme sabiduría, por la salud que tengo y más que todo por esa maravillosa familia que me regaló.

A mis padres Aura Gladys Moreno y Jairo Enrique Dueñas, quienes fueron el más grande apoyo a lo largo de esta aventura, por sus grandes y constantes consejos, protección, amor incondicional, y quienes siempre se alegraron con cada triunfo y me dieron una voz de aliento en cada caída sufrida a lo largo de este camino.

A mis amigos quienes me brindaron apoyo incondicional, conocimientos, paciencia, respeto y una gran amistad en la que quedaron momentos inolvidables.

Al ingeniero Juan Carlos Mantilla Saavedra por su incansable apoyo, paciencia, y orientación durante el desarrollo de este proyecto, siendo una persona con una calidad humana tan alta y respetable digna de admirar.

Fabián Andrés Córdoba Benjumea

A Dios por haberme brindado la oportunidad de vivir, por haberme creado con tantas capacidades y deseos de seguir adelante, a pesar de las dificultades presentadas. Gracias por permitirme obtener un logro más de mi vida, y de igual forma pedirte que me sigas acompañado en este nuevo camino de mi vida.

A mi madre Yadira Luz Benjumea, que siempre ha estado presente en todos los momentos de mi vida, guiándome y enriqueciéndome como persona, aportando sus concejos y conocimientos, con el fin de crear una persona íntegra en todo los aspectos, regalándome todo su amor y afecto sincero.

A mi padre Balgo Fabián Córdoba, que desde un principio siempre me ha estado inculcado la responsabilidad y la seriedad en mi vida.

A mis tíos, por apoyarme en todos mis proyectos, dando siempre la mejor opinión de todas mis ideas y pensamientos, siempre con la actitud de alerta ante cualquier tropiezo que se me presente para poder así reforzar mi pensamiento y poder orientar de nuevo mi camino.

Al Ingeniero Juan Carlos Mantilla Saavedra por apoyarnos y aportarnos todos sus conocimientos, siempre enriqueciendo nuestro conocimiento con algún concejo y opinión.

A todos mis compañeros de estudio, por brindarme sus conocimientos y en especial su amistad

AGRADECIMIENTOS

Al Ingeniero Juan Carlos Mantilla Saavedra por la orientación y el acompañamiento durante el desarrollo del proyecto, así mismo por la cordialidad, la amistad y la disposición con la que nos apoyó y guío para lograr desarrollar este proyecto y dar un gran paso en nuestras vidas.

Al Cuerpo de docentes de la Facultad de Ingeniería Electrónica, por el conocimiento brindado y las experiencias de vida que nos ayudaron a formarnos como profesionales íntegros.

A los ingenieros que nos colaboraron y personal de mantenimiento que nos orientaron y aconsejaron en todos los aspectos necesarios en el desarrollo del proyecto.

Al ingeniero Gerardo Porras director del INM y al ingeniero William Cortes del ICP por permitirnos visitar sus instalaciones y brindarnos apoyo e información valiosa para el desarrollo del proyecto.

A la ingeniera Claudia Sofía Quintero por la orientación y el acompañamiento durante el desarrollo del proyecto, así mismo por la cordialidad, la amistad y la disposición con la que nos apoyó.

Tabla de contenido.

INTRODUCCIÓN	1
1 METROLOGÍA	2
1.1 DEFINICIÓN	2
1.2 CLASES DE METROLOGÍA.....	2
1.2.1 Metrología Legal.	2
1.2.2 Metrología Científica.	3
1.2.3 Metrología Industrial.	3
1.3 AREAS DE LA METROLOGÍA.....	3
1.4 ENTES RECTORES DE METROLOGIA.....	4
1.5 CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICIÓN	9
1.5.1 Valor de la Medición.	10
1.5.2 Instrumentos de Medición.	10
1.5.3 Mensurando.	10
1.5.4 Error.....	10
1.5.5 Incertidumbre.....	11
1.5.6 Verificación.	11
1.5.7 Ajuste.....	11
1.5.8 Calibración.	12
1.5.9 Trazabilidad.....	12
1.5.10 Repetibilidad.....	12
1.5.11 Patrón.	12
1.6 NORMALIZACIÓN	13
1.7 ESTANDARIZACIÓN	14
1.8 ACREDITACIÓN	15
1.9 CERTIFICACIÓN.....	17
2 MÓDULO DE TEMPERATURA DEL LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA	18

2.1 REFERENTES DEL ENTORNO INDUSTRIAL	18
2.1.1 Visitas Técnicas	18
2.1.2 Pasantía	19
2.2 DESCRIPCIÓN	20
2.2.1 Características.	20
2.2.1.1 Espacio Físico.	20
2.2.1.2 Condiciones del Lugar.	21
2.2.1.3 Especificaciones Técnicas.	22
2.2.1.4 Unidad de Cómputo.	22
2.2.1.5 Servicios Industriales.	23
2.2.1.6 Zona de Almacenamiento	26
2.3 MEDICIÓN DE TEMPERATURA	28
2.3.1 Medición de Temperatura por Contacto Directo	29
2.3.1.1 Baño Seco	29
2.3.1.2 Termómetro Digital	31
2.3.1.3 Termómetro Bimetálico	32
2.3.1.4 RTD Pt100	32
2.3.1.5 Termopar	33
2.3.2 Medición de Temperatura por no Contacto	36
2.3.2.1 Pirómetro	36
2.3.2.2 Cámara Termográfica	36
2.4 PRESTACIÓN DE SERVICIOS	37
2.4.1 Servicios Internos	37
2.4.2 Servicios Externos	44
3 DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE ASEGURAMIENTO METROLÓGICO DEL MÓDULO DE TEMPERATURA	46
3.1 LISTA DE VERIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS RELATIVOS A LA GESTIÓN	46
3.2 LISTA DE VERIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS TÉCNICOS	56
3.3 EVALUACIÓN GENERAL DE LOS HALLAZGOS Y DIAGNOSTICO	69

3.4 PLAN DE MEJORAMIENTO PROPUESTO.....	70
RECOMENDACIONES.....	74
CONCLUSIONES.....	76
BIBLIOGRAFÍA.....	77
ANEXOS.....	79

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Informes de los análisis termográficos realizados a las diferentes facultades.

Anexo B. Serie 914X, Horno de metrología de campo. Guía del usuario.

Anexo C. SmartView 3.2.1.

LISTA DE TABLAS.

Tabla 1. Inventario del Módulo de Temperatura.....	28
Tabla 2. Tipos de termocuplas.....	35
Tabla 3. Lista de verificación de los requisitos relativos a la gestión.....	54
Tabla 4. Lista de verificación de los requisitos técnicos.....	64
Tabla 5. Plan de mejoramiento.....	69

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Lugar y logo Instituto Nacional de Metrología.....	4
Figura 2.	Subdirecciones de metrología en el INM.....	6
Figura 3.	Superintendencia de Industria y Comercio.....	7
Figura 4.	Lugar y Logo Oficina Internacional de Pesos y medidas.....	8
Figura 5.	Lugar y logo Centro Nacional de Metrología CENAM	9
Figura 6.	Lugar y Logo INCONTEC.....	13
Figura 7.	Logo Organismo Nacional de Acreditación.....	16
Figura 8.	Instituto Nacional de Metrología.....	18
Figura 9.	Centro de Desarrollo Tecnológico del Gas (CDT de gas).....	18
Figura 10.	Laboratorio de calibración de AVIANCA.....	19
Figura 11.	Instituto Colombiano del Petróleo (ICP).....	19
Figura 12.	Pasantía realizada en el Laboratorio de Vibraciones de la Universidad Pontificia.....	20
Figura 13.	Diseño en Solidworks del Laboratorio de instrumentación de la Universidad Pontificia.....	21
Figura 14.	Unidad de Computo.....	22
Figura 15.	Toma Corriente.....	23
Figura 16.	Grifo.....	23
Figura 17.	Conexión a Internet.....	24
Figura 18.	Conexión y Regulador de aire comprimido.....	24
Figura 19.	Sistema de aire acondicionado integral.....	25
Figura 20.	Toma corrientes auxiliares.....	25
Figura 21.	Sistema de iluminación del módulo.....	26
Figura 22.	Zona de Almacenamiento.....	27
Figura 23.	Zona de Almacenamiento de la cámara termográfica.....	27
Figura 24.	Zona de Almacenamiento de insertos.....	27
Figura 25.	Horno de Metrología Fluke 9142.....	29
Figura 26.	Inserto tipo A. Diseño básico y renderizado en Solidworks.....	30
Figura 27.	Inserto tipo A. Diseño básico y renderizado en Solidworks.....	30
Figura 28.	Inserto tipo B. Diseño básico y renderizado en Solidworks.....	30

Figura 29. Inserto tipo E. Diseño básico y renderizado en Solidworks.....	31
Figura 30. Termómetro digital Fluke 50 Serie II.....	31
Figura 31. Termómetro.....	32
Figura 32. RTD Pt 100 (Resistance Temperature Detector).....	32
Figura 33. Grafica característica de la Pt100.....	33
Figura 34. Termocuplas Tipo K.....	33
Figura 35. Esquema del termopar.....	34
Figura 36. Pirómetro.....	36
Figura 37. Cámara Termografía.....	37
Figura 38. Captura de imágenes para el análisis termográfico.....	38
Figura 39. Análisis termográfico de las muestras de asfalto.....	38
Figura 40. Captura de imágenes para el análisis termográfico.....	39
Figura 41. Análisis termográfico del horno de fundición.....	40
Figura 42. Captura de imágenes para el análisis termográfico.....	41
Figura 43. Análisis termográfico del horno de fundición.....	41
Figura 44. Prestación de servicio a la especialización en control e instrumentación industrial.....	42
Figura 45. Captura de imágenes para el análisis termográfico.....	43
Figura 46. Captura de imágenes para el análisis termográfico.....	43
Figura 47. Análisis termográfico del asfalto durante la compactación.....	44
Figura 48. Captura de imágenes para el análisis termográfico.....	45

GLOSARIO

Emisividad: Es la medición de la capacidad de un objeto para emitir energía infrarroja. Cuando más caliente es un objeto, más energía infrarroja emitirá. La emisividad puede tener un valor de 0 (espejo brillante, reflector perfecto) a 1,0 (radiador de Planck, emisor perfecto). La mayoría de las superficies orgánicas, pintadas u oxidadas tienen valores de emisividad cercanos a 0,95. [41]

Horno de bloque seco: También es conocido como horno de metrología, horno de bloque metálico. Este tipo de hornos está diseñado para generar altas y bajas temperaturas, su funcionamiento al igual que su definición no requieren de la utilización de líquidos ya que su sistema de funcionamiento se basa en el uso de celdas Peltier. [42]

Inserto: Elemento que se inserta en el horno de metrología para que en él se ingresen sensores de temperatura. [43]

Termopar: Termopar se denomina a la unión de dos alambres conductores con diferente composición metalúrgica. El termopar genera una fuerza electromotriz (fem) que depende de la diferencia de temperatura de la junta caliente o de medida y la unión fría o de referencia, así como de la composición del termopar. [44]

Termocupla: Las termocuplas son los sensores de temperatura eléctricos más utilizados en la industria. Una termocupla se hace con dos alambres de distinto material unidos en un extremo, al aplicar temperatura en la unión de los metales se genera un voltaje muy pequeño, del orden de los milivolts el cual aumenta con la temperatura [45]

Transductor: Dispositivo que recibe la potencia de un sistema mecánico, electromagnético o acústico y la transmite a otro. [46]

Trazabilidad: La norma UNE 66.901-92 define trazabilidad como la "capacidad para reconstruir el historial de la utilización o la localización de un artículo o producto mediante una identificación registrada" [47]

Ingeniería conceptual: La ingeniería conceptual sirve para identificar la viabilidad técnica y económica del proyecto y marcará la pauta para el desarrollo de la ingeniería básica y de detalle. Se basa en un estudio previo (estudio de viabilidad) y en la definición de los requerimientos del proyecto. [48]

NTC: Norma Técnica Colombiana, emanada por el ICONTEC.

INM: Instituto Nacional de Metrología.

ICP: Instituto Colombiano del Petróleo.

ISO: Organización de Estándares Internacionales.

GTC: Guía Técnica Colombiana, emanada por el ICONTEC.

ICONTEC: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.

RESUMEN GENERAL DEL TRABAJO DE GRADO

TÍTULO: INGENIERÍA CONCEPTUAL DEL SISTEMA DE ASEGURAMIENTO METROLÓGICO DEL MÓDULO DE TEMPERATURA DEL LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA.

AUTORES: FABIAN ANDRES CORDOBA BENJUMEA

JUAN CAMILO DUEÑAS MORENO

FACULTAD: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

DIRECTOR: JUAN CARLOS MANTILLA SAAVEDRA

RESUMEN

El presente proyecto diagnostica y evalúa las condiciones en que se encuentra el módulo de temperatura de acuerdo a la norma ISO 17025 y la guía técnica Colombiana GTC 63, las cuales establecen los diferentes parámetros y requisitos técnicos que se deben seguir a la hora de crear un laboratorio de ensayo y calibración. Teniendo en cuenta que la visión del módulo es adquirir una acreditación por parte del ente acreditador Nacional, se procederá a establecer una lista de verificación para laboratorios de ensayo y calibración de acuerdo a la norma ISO 17025, en la se especificaran los parámetros conformes y no conformes presentes en el módulo para de esta forma evaluar si el modulo puede ser acreedor a la acreditación.

El proyecto también comprenderá la prestación de servicio internos y externos por parte del módulo en la medición de la variable y realización de prácticas académicas, para esto se utilizaran los equipos adquiridos por el modulo, teniendo en cuenta los manuales de uso y las especificaciones de estos.

PALABRAS CLAVE: Temperatura, Solidworks, Calibración, Norma.

V°B° DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

**TITLE: CONCEPTUAL ENGINEERING METROLOGICAL ASSURANCE
SYSTEM MODULE TEMPERATURE INSTRUMENTATION LABORATORY
UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA.**

AUTHORS: FABIAN ANDRES CORDOBA BENJUMEA

JUAN CAMILO DUEÑAS MORENO

FACULTY: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

DIRECTOR: JUAN CARLOS MANTILLA SAAVEDRA

ABSTRACT

The present project diagnoses and evaluates the conditions in which there is the module of temperature of agreement to the ISO norm 17025 and the technical Colombian guide GTC 63, which establish the different parameters and technical requirements that must follow at the moment of creating a laboratory of test and calibration. Bearing in mind that the vision of the module is Native acquires an accreditation on the part of the entity awarding, a list of check will proceed to establish for laboratories of test and calibration of agreement to the ISO norm 17025, in they were specifying the similar parameters and do not shape presents in the module for of this form to evaluate if the module can be crediting of the accreditation.

The project also will understand the service of service internal and external on the part of the module in the measurement of the variable and accomplishment of academic practices, for this the equipment's acquired by the module were in use, having in it counts the manuals of use and the specifications of these.

KEYWORDS: Temperature, SolidWorks, Calibration, Norm.

V°B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

INTRODUCCIÓN

En el ámbito industrial, las condiciones para llevar a cabo una actividad de medición tanto de campo como de laboratorio, están relacionadas directamente con la metrología. Por esta razón es de vital importancia la presencia de organismos autorizados de verificación metrológica en el campo industrial para garantizar la confiabilidad de los instrumentos de medición.

Dentro del entorno profesional del Ingeniero, es primordial tener conocimientos sólidos sobre la metrología, debido que al momento de tomar mediciones de una variable, para el estudio y análisis de un proceso, estas deberán ser imparciales, exactas y veraces, porque de ello depende el acceso exitoso a los mercados mundiales en un ambiente competitivo.

Todos los procesos de producción y servicios requieren de la medición de las variables involucradas, en este caso, la temperatura. A través de distintos instrumentos de medición de temperatura se puede deducir si un proceso que contenga dicha variable, mejora o empeora para así tomar las decisiones adecuadas. Por esta razón la medición está supeditada a factores externos de operación y factores propios de fabricación de los instrumentos de medición, estableciendo así, estándares de uso y mantenimiento de los instrumentos para garantizar la calidad.

La misión de este proyecto es implementar la normalización del banco de ensayo de la variable temperatura, con la visión de obtener una acreditación, para poder prestar servicios de calibración de alta calidad y confiabilidad. También, se pretende abrir un campo conceptual al estudiante en lo que respecta a metrología, para inculcar conocimientos que servirán en un futuro en su desarrollo profesional.

1. METROLOGÍA

DEFINICIÓN.

Es la ciencia de las mediciones y sus aplicaciones. [1]

La metrología es la ciencia que trata las medidas, sistemas de unidades adoptados, instrumentos usados para efectuarlos e interpretarlos, así como los métodos y normas que aplican a las mediciones, cuyo objetivo principal es garantizar la confiabilidad de las mediciones.

1.1 CLASES DE METROLOGÍA.

La metrología puede dividirse en las siguientes Clases:

1.1.1 Metrología Legal.

Tiene como objetivo la protección a los consumidores para que reciban los bienes y servicios con las características que ofrecen o anuncian los diferentes fabricantes.

La metrología legal es la parte de la metrología que se ejerce por el Estado en las mediciones de interés general, que tienen como fin asegurar la exactitud de dichas mediciones [2]; entre sus campos de acción están:

- Verificación de pesas, balanzas y básculas.
- Verificación de cintas métricas.
- Verificación de surtidores de combustible.
- Verificación de productos pre - empacados.
- Control de escapes de gas de automóviles.
- Taxímetros.
- Cilindros de gas.
- Contadores Eléctricos, de agua y de gas, etc.

Este tipo de metrología tiene la función principal de ejercer el control metrológico sobre los instrumentos y métodos de medida para velar por su exactitud, contribuyendo a la protección de los consumidores, del medio ambiente y la prevención de fraudes.[4]

La metrología legal comprende los siguientes aspectos:

- En relación con los instrumentos de medición:
- Aprobación de modelo.
- Control metrológico.
- Definición y divulgación del sistema legal de unidades.
- Control de contenido de producto en pre-empacados.[3]

1.1.2 Metrología Científica.

Es la clase de metrología cuya misión es investigar intensamente para mejorar los patrones, las técnicas y métodos de medición, los instrumentos y la exactitud de las medidas. Este tipo de metrología se ocupa en el mantenimiento de patrones internacionales. [4]

1.1.3 Metrología Industrial.

Tiene como objetivo garantizar la confiabilidad de las mediciones que se realizan día a día en la industria, y se aplica en:

- La calibración de los equipos de medición y prueba.
- La etapa de diseño de un producto o servicio.
- La inspección de materias primas, proceso y producto terminado.
- Durante el servicio técnico al producto.
- Durante las acciones de mantenimiento.
- Durante la prestación de un servicio.

1.2 AREAS DE LA METROLOGÍA.

La metrología puede clasificar según el tipo de variable que se está midiendo. De acuerdo con lo anterior, se establecen áreas como:

Metrología física

- Masas y Balanzas
- Mediciones Longitudinales y Geométricas
- Temperatura (Termometría)
- Presión (Manometría)
- Electricidad (Mediciones Eléctricas)
- Humedad (Higrometría)
- Volumen
- Densidad
- Tiempo y Frecuencia.
- Fuerza
- Torque

Metrología Química

- PH
- Conductividad Electrolítica

1.3 ENTES RECTORES DE METROLOGIA

1.3.1 A NIVEL NACIONAL

1.3.1.1 INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA



Figura 1. Lugar y logo Instituto Nacional de Metrología

El INM es el ente principal de metrología que tiene como objetivo la coordinación nacional de la metrología científica e industrial, y la ejecución de actividades que permitan la innovación y soporten el desarrollo económico, científico y tecnológico del país, mediante la investigación, la prestación de servicios metroológicos, el apoyo a las actividades de control metroológico y la diseminación de mediciones trazables al Sistema Internacional de unidades (SI). [6]

Sus funciones principales son:

- Participar en la formulación de las políticas en materia metroológica y ser el articulador y ejecutor de la metrología científica e industrial del país.
- Desarrollar las actividades de metrología científica e industrial para el adelanto de la innovación y el desarrollo económico, científico y tecnológico del país, en coordinación con otras entidades y organismos.
- Asegurar la trazabilidad internacional de los patrones nacionales de medida y representar los intereses del país en los foros nacionales e internacionales de metrología científica e industrial.
- Fortalecer las actividades de control metroológico que adelanten las autoridades competentes para asegurar la confiabilidad de las mediciones.
- Actuar como centro de desarrollo tecnológico de la metrología científica e industrial y en tal calidad, apoyar y asesorar al Gobierno Nacional y a otras entidades o personas en el desarrollo científico y tecnológico del país.

- Establecer, custodiar y conservar los patrones nacionales de medida correspondientes a cada magnitud, salvo que su conservación o custodia sea más conveniente en otra institución, caso en el cual el Instituto Nacional de Metrología - INM establecerá los requisitos aplicables y, con base en ellos, designará a la entidad competente.
- Establecer y operar los laboratorios de referencia de metrología científica e industrial que requiera el país, de acuerdo con las políticas del Estado y designar los laboratorios primarios de metrología que requiera.
- Asegurar la trazabilidad de las mediciones al Sistema Internacional de unidades (SI) definido por la Conferencia General de Pesas y Medidas de la Oficina Internacional de Pesas y Medidas (BIPM) y hacer su divulgación.
- Proporcionar servicios de calibración a los patrones de medición de los laboratorios, centros de investigación, a la industria u otros interesados, cuando así se solicite de conformidad con las tasas que establezca la ley para el efecto, así como expedir los certificados de calibración y de materiales de referencia correspondientes.
- Asesorar y prestar servicios de asistencia técnica a las entidades que lo soliciten, en aspectos científicos y tecnológicos de las mediciones y sus aplicaciones.
- Mantener, coordinar y difundir la hora legal de la República de Colombia.
- Producir, de acuerdo con su capacidad y con referencia a estándares internacionales, materiales de referencia requeridos por el país e importar aquellos materiales de referencia confiables e insumos de laboratorios que requiera para su actividad; así como establecer mecanismos de homologación de los materiales de referencia que se utilizan en el país de acuerdo con estándares internacionales.
- Apoyar y desarrollar actividades de ciencia, tecnología e innovación en lo de su competencia, como integrante del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.
- Establecer y mantener la jerarquía de los patrones de medida, de acuerdo con las recomendaciones técnicas internacionales.
- Obtener, proteger, registrar y explotar las patentes y otros derechos de propiedad intelectual que el INM desarrolle o produzca en ejercicio de sus actividades científicas y tecnológicas.

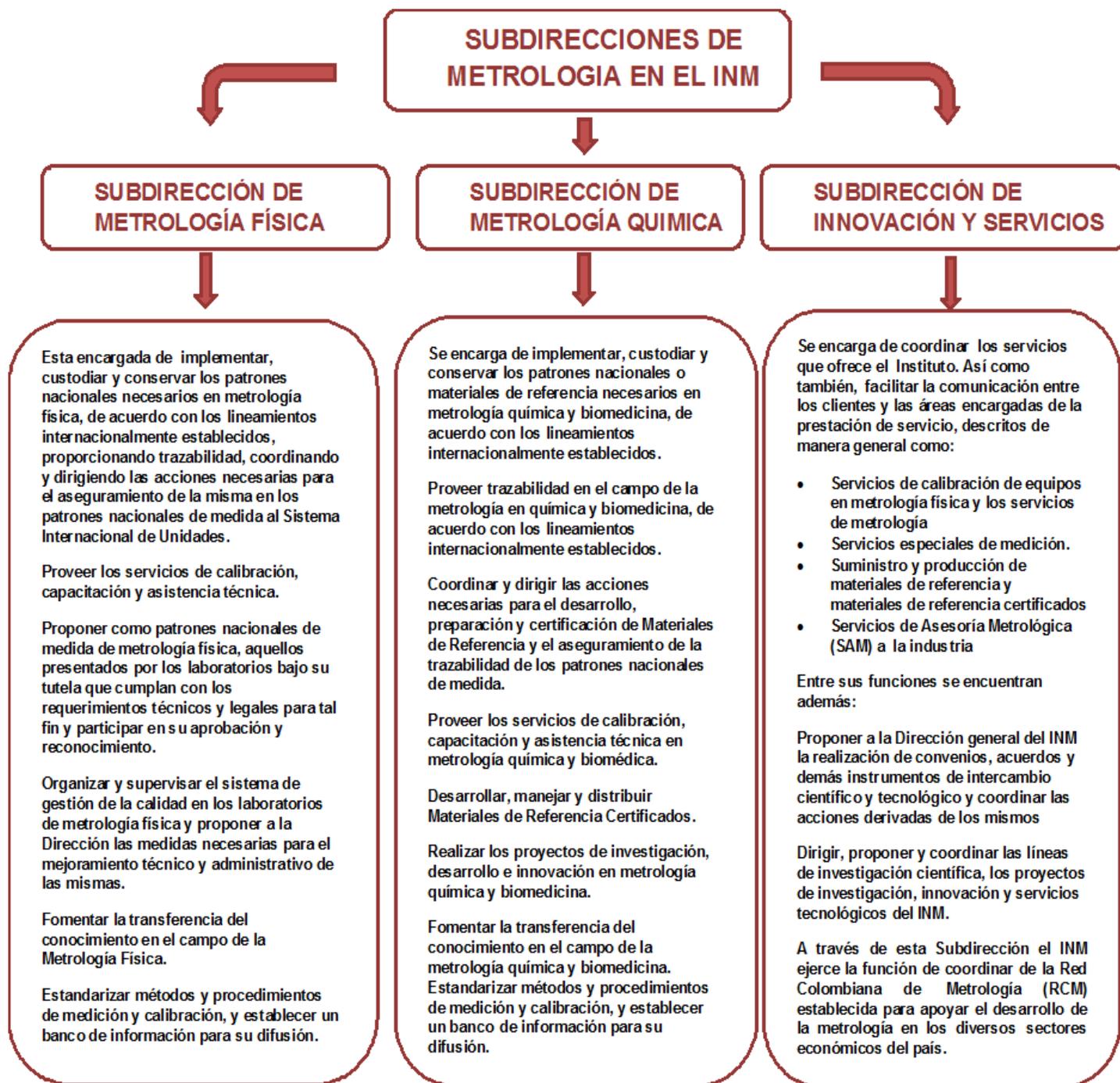


Figura 2. Subdirecciones de metrología en el INM

1.3.1.2 SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



Figura 3.
Superintendencia de Industria y Comercio

La superintendencia de industria y comercio es el ente rector de Metrología Legal en Colombia. Es el organismo nacional cuya función principal es proteger al consumidor, no solo imponiendo sanciones por la violación de normas que regulan relaciones de consumo si no a través de otras dos áreas que le competen: propiedad industrial y promoción de la competencia. [7]

Este organismo tiene las siguientes funciones:

- Velar por las observancias sobre prácticas comerciales restrictivas y competencia desleal.
- Controlar y vigilar la Cámara de Comercio sus federaciones y confederaciones.
- Coordinar lo relacionado con los registros públicos (protección del consumidor).
- Revisar decisiones operadores de servicios de telecomunicación no domiciliarios en cuanto a peticiones, quejas y reclamos.
- Fomentar la calidad de los bienes y servicios.
- Organizar y administrar el Sistema Nacional de Normalización, certificación y metrología.
- Administrar los programas nacionales d control industrial de calidad, pesas, medidas y metrología.
- Organizar laboratorios primarios de control de calidad y metrología
- Inspeccionar, controlar y vigilar las actividades realizadas por entidades de certificación de firmas digitales.

- Integrar y actualizar la lista de evaluadores de bienes y asesorar al gobierno nacional en la formulación de políticas relacionadas con la propiedad industrial, protección del consumidor y promoción de la competencia.

1.3.2 A NIVEL INTERNACIONAL

Oficina Internacional de Pesos y Medidas (BIPM):



Figura 4. Lugar y Logo Oficina Internacional de Pesos y medidas

La Oficina Internacional de Pesos y Medidas (Bureau International des Poids et Mesures. BIPM) fue establecida por la Convención del Metro y se ubica cerca de París, Francia. Es financiada por los miembros de la Convención del Metro y bajo exclusiva supervisión del CIPM.

La función del BIPM es asegurar la uniformidad de medidas y su trazabilidad al Sistema Internacional de Unidades (Système International d'unités, SI). Esto lo realiza por autoridad recibida en la Convención del Metro y opera a través de una serie de Comités Consultivos (Comités Consultatifs, CC). Los CC están conformados primordialmente por representantes de los NMIs miembros de la Convención del Metro. [9][10]

Sistema Interamericano de Metrología (SIM)

El Sistema interamericano de Metrología es el resultado de los acuerdos logrados por 34 países miembros de la Organización de Estados Americanos (OAS) en cuanto a Metrología. Creada para promover internacionalmente, particularmente a nivel interamericano y regional, la cooperación en temas Metrológicos. [10]

Comité Internacional de Pesos y Medidas (CIPM):

El Comité Internacional de Pesos y Medidas (Comité International des Poids et Mesures, CIPM) está conformado por 18 entidades. Su principal función es la de asegurar la unificación y uniformidad de las unidades de medición, lo cual se realiza en acción conjunta con el CGPM. [10]

CENAM



Figura 5. Lugar y Logo Centro Nacional de Metrología

El CENAM es el laboratorio nacional de referencia en materia de mediciones de México, y uno de los grandes referentes en metrología a nivel mundial.

Es responsable de establecer y mantener los patrones nacionales, ofrecer servicios metrológicos como calibración de instrumentos y patrones, certificación y desarrollo de materiales de referencia, cursos especializados en metrología, asesorías y venta de publicaciones. Mantiene un estrecho contacto con otros laboratorios nacionales y con organismos internacionales relacionados con la metrología, con el fin de asegurar el reconocimiento internacional de los patrones nacionales de México y, consecuentemente, promover la aceptación de los productos y servicios de nuestro país. [11]

1.4 CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICIÓN

MEDICIÓN es el conjunto de operaciones cuyo objetivo es determinar el valor de una magnitud o cantidad, es decir, es el proceso de asignar un valor numérico como resultado de medir. [3]

La medición tiene características importantes como:

- Principio de medida: fenómeno que sirve de base de una medición.
- Método de medida: descripción genérica de la secuencia lógica de operaciones utilizadas en una medición.

- Procedimiento de medida: descripción detallada de una medición conforme a uno o más principios de medida y a un método de medida dado, basado en un modelo de medida y que incluye los cálculos necesarios para obtener un resultado de medida.
- Resultado de medida: conjunto de valores de una magnitud atribuidos a un mensurado, acompañados de cualquier otra información relevante disponible.
- Exactitud de medida: proximidad entre un valor medido y un valor verdadero de un mensurado.
- Veracidad de medida: proximidad entre la medida de un número infinito de valores medidos repetidos y un valor de referencia.
- Precisión de medida: proximidad entre las indicaciones o los valores medidos obtenidos en mediciones repetidas de un mismo objeto, o de objetos similares, bajo condiciones específicas.

1.4.1 Valor de la Medición.

Es el valor asignado o medido mediante un instrumento o sistema de medición. [11]

1.4.2 Instrumentos de Medición.

Cualquier dispositivo para obtener mediciones.

1.4.3 Mensurando.

Es la magnitud que se desea medir. [12]

1.4.4 Error.

Cuando se realizan mediciones, las lecturas que se obtienen no siempre son exactamente iguales, aun cuando las efectúa la misma persona, sobre la misma pieza, o utilizando el mismo método, entre otros factores.

Esta variación puede ser relativamente grande o pequeño, pero siempre existirá y es a lo que se llama ERROR.

El error de medición se puede representar como:

- Error absoluto: Es la diferencia entre el valor leído y el valor teóricamente verdadero.
- Error Relativo: Es el error absoluto entre el valor convencionalmente verdadero y valor leído. [13]

1.4.5 Incertidumbre.

Es un parámetro que establece un intervalo alrededor del resultado de medición de los valores que pueden haberse obtenido durante la medición, con cierta probabilidad.

La incertidumbre de una medición está asociada generalmente a su calidad. La incertidumbre de una medición es la duda que existe respecto al resultado de dicha medición. Usted puede pensar que las reglas graduadas están bien hechas, que los relojes y los termómetros deben ser veraces y dar resultados correctos. Sin embargo, en toda medición, aún en las más cuidadosas, existe siempre un margen de duda. En lenguaje común, esto se puede expresar como “más o menos”, por ejemplo, al comprar o vender un tramo de una tela de dos metros, “más o menos” un centímetro.

Expresión de la Incertidumbre de una Medición: Dado que siempre existe un margen de duda en cualquier medición, necesitamos conocer “¿cuán grande es ese margen?” Por esto se necesitan dos números para cuantificar una incertidumbre. Uno es el ancho de este margen, llamado intervalo, el otro es el nivel de confianza, el cual establece qué tan seguros estamos del “valor verdadero” dentro de ese margen. [14]

1.4.6 Verificación.

Consiste en revisar, inspeccionar, ensayar, comprobar, supervisar, o realizar cualquier otra función análoga, que establezca y documente que los elementos, procesos, servicios o documentos están conformes con los requisitos especificados.

En metrología legal, la verificación, puede conllevar el examen, marcado o emisión de un certificado de verificación de un sistema de medida, no debe confundirse la verificación con la calibración. No toda verificación es una validación. [15]

1.4.7 Ajuste.

Es el conjunto de operaciones realizadas sobre un sistema de medida para que proporcione indicaciones prescritas, correspondientes a valores dados de la magnitud a medir.

Existen tipos de ajuste de un sistema de medida de los cuales pueden ser:

- Ajuste de cero
- Ajuste de offset
- Ajuste de la amplitud de escala. [16]

1.4.8 Calibración.

Es el grupo de operaciones que establecen, bajo condiciones específicas, la relación entre valores indicados por un instrumento de medición o por un sistema de medición, o valores representados por una medida materializada, y los correspondientes valores conocidos de la magnitud medida. [17]

1.4.9 Trazabilidad.

La trazabilidad se define como la capacidad de relacionar los resultados de las mediciones individuales a estándares nacionales o internacionales a través de una cadena ininterrumpida de comparaciones.

En términos más amplios, una medición se dice que es trazable a un determinado estándar, dentro de un cierto límite de incertidumbre, con un determinado factor de cobertura, si se puede comprobar científicamente que una comparación directa con ese estándar, produciría un resultado que caiga dentro de este límite de incertidumbre con un intervalo de confianza determinado por dicho factor de cobertura.

La idea fundamental detrás de la trazabilidad es poder asegurar que somos capaces de realizar una medición con un determinado grado de precisión, y esto es así dado que nuestros patrones están calibrados con patrones más precisos, que están calibrados con patrones más precisos. y así siguiendo hasta llegar a los laboratorios primarios, en donde se realizan las unidades fundamentales del Sistema Internacional de unidades. [18]

1.4.10 Repetibilidad.

Es el grado de concordancia existente entre los sucesivos resultados obtenidos con el mismo método y mensurando, y bajo las mismas condiciones (el mismo operario, mismo aparato, mismo laboratorio y dentro de un intervalo de tiempo lo suficientemente pequeño). [19]

1.4.11 Patrón.

Es una magnitud que puede considerarse invariable, destinada a definir, realizar o reproducir la unidad de medida de las magnitudes de un sistema de su misma clase para transmitirla a otros medios de medida por comparación con ellos.

- Patrón internacional de medida: patrón de medida reconocido por los firmantes de un acuerdo internaciones con la intención de ser utilizado mundialmente.

- Patrón nacional de medida: patrón reconocido por la autoridad nacional para servir, en un estado o economía, como base para la asignación de valores a otros patrones de magnitudes de la misma naturaleza.
- Patrón primario de medida: patrón establecido mediante un procedimiento de medida primario o creado como un objeto elegido por convenio.
- Patrón de medida de referencia: patrón designado para la calibración de patrones de magnitudes de la misma naturaleza, en una organización o lugar dado.
- Patrón de medida de trabajo: patrón utilizado habitualmente para calibrar o verificar instrumentos o sistemas de medida.
- Patrón intrínseco de medida: patrón basado en una propiedad intrínseca y reproducible de un fenómeno o sustancia.
- Conservación de un patrón de medida: conjunto de operaciones necesarias para preservar las propiedades metrológicas de un patrón dentro de unos límites determinados. [20]

1.5 NORMALIZACIÓN

La normalización es el proceso de formular y aplicar reglas con el propósito de realizar en orden una actividad específica para el beneficio y con la obtención de una economía de conjunto óptimo teniendo en cuenta las características funcionales y los requisitos de seguridad. Se basa en los resultados consolidados de la ciencia, la técnica y la experiencia. Determina no solamente la base para el presente sino también para el desarrollo futuro y debe mantener su paso acorde con el progreso. [21]

1.5.1 ENTE RECTOR DE NORMALIZACION EN COLOMBIA

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN



Figura 6. Lugar y logo Icontec

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), es el organismo Nacional de Normalización de Colombia. Entre sus labores se destaca la creación de normas técnicas y la certificación de normas de calidad para empresas y actividades profesionales. ICONTEC es el representante de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), en Colombia, con el objetivo de responder a las necesidades de los diferentes sectores económicos, a través de servicios que contribuyen al desarrollo y competitividad de las organizaciones, mediante la confianza que se genera en sus productos y servicios. [8]

En la actualidad, ICONTEC presta servicios de:

- Normalización (en Colombia)
- Educación
- Servicios de Evaluación de la conformidad como Certificación Sistemas de Gestión y Producto e Inspección
- Servicios de Evaluación para el Cambio Climático
- Acreditación en Salud
- Metrología (en Colombia)
- Consulta y venta de Normas y Publicaciones

1.6 ESTANDARIZACIÓN

La estandarización es el proceso con el cual se logra que una actividad se realice de forma estándar, lo que significa que esta actividad ya se ha realizado anteriormente y por ello se tiene el conocimiento total del procedimiento para realizar dicha tarea, esto se debe globalizar ya que con la experiencia, la preparación y los diversos análisis y estudios desarrollados por diferentes entidades se puede lograr que los procedimientos que se realizan sean seguros y cumplan con las normas establecidas.[22]

1.6.1 ORGANISMOS INTERNACIONALES DE NORMALIZACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN

ISO - Organización Internacional para la Estandarización.

IEC - International Electrotechnical Commission.

IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers.

ITU - Unión Internacional de Telecomunicaciones.

IATA - International Air Transport Association.

AMN - Asociación Mercosur de Normalización.

APEC - Asia-Pacific Economic Cooperation.

CENELEC - Comité Europeo de Normalización Electrotécnica.

CEN - Comité Europeo de Normalización.

COPANT - Comisión Panamericana de Normas Técnicas.

CROSQ - Caribbean Community Regional Organization for Standards and Quality.
RAN - Red Andina de Normalización.

1.6.2 ORGANIZACIONES PRIVADAS DE NORMALIZACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN

ACI - American Concrete Institute.
API - American Petroleum Institute.
ASCE - American Society of Civil Engineering.
ASME - American Society of Mechanical Engineers.
ASTM - ASTM International.
HL7 - Health Level Seven Inc.
IAPMO - International Association of Plumbing and Mechanical Officials.
NEMA - National Electrical Manufacturers Association.
NFPA - National Fire Protection Association.
NSF - NSF International.
UL - Underwriters Laboratories Inc.

1.7 ACREDITACIÓN

El concepto de acreditación de acuerdo la agrupación interamericana de acreditación (IAAC), es el procedimiento por el cual una autoridad reconocida en la materia provee un reconocimiento formal a una persona o institución sobre su competencia para llevar a cabo tareas específicas.

La actividad de acreditación se realiza de conformidad con la norma NTC ISO/IEC 17011, aplicable al organismo de acreditación, y aplicando las normas técnicas de exigencia y aceptación global para cada una de las modalidades de organismos de evaluación de la conformidad, como se indica a continuación.

Referentes / Reglas del Servicio de Acreditación:

- Organismos de Inspección: ISO/IEC 17020:1998
- Laboratorios de ensayo o prueba: ISO/IEC 17025:2005
- Laboratorios de calibración: ISO/IEC 17025:2005
- Laboratorios médicos o clínicos: ISO 15189:2007
- Organismos de certificación de personas: ISO/IEC 17024:2003
- Organismos de certificación de producto: ISO/IEC Guide 65:1996
- Organismos de certificación de sistemas de gestión: ISO/IEC 17021:2011

1.7.1 ORGANISMOS INTERNACIONALES DE ACREDITACIÓN

IAB - International Accreditation Board
IAS - International Accreditation Service
EA – European co-operation for Accreditation

A2LA – American Association for Laboratory Accreditation
PJLA – Perry Johnson Laboratory Accreditation
ACCAB – Accreditation Commission for Conformity Assessment Bodies
IAA – International Accreditation Agency
ACI – Accredited Certification International Limited
AIAO – American International Accreditation Organization
ASCB – Accreditation Service for Certifying Bodies

1.7.2 ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN

ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA



Figura 7. Logo Organismo Nacional de Acreditación

Es una corporación sin ánimo de lucro, de naturaleza y participación mixta, regida por el derecho privado, constituida en 2007 de acuerdo con las normas del Código Civil y las normas de ciencia y tecnología, bajo la modalidad de asociación entre el Estado colombiano y los particulares.

El ONAC tiene como objeto principal acreditar la competencia técnica de Organismos de Evaluación de la Conformidad con las normas y criterios señalados en estos Estatutos y desempeñar las funciones de Organismo Nacional de Acreditación de Colombia conforme con la designación contenida en el artículo 3 del Decreto 4738 de 2008 y las demás normas que la modifiquen, sustituyan o complementen.

Las funciones principales del ONAC como organismo nacional de acreditación, son:

- Realizar actividades de acreditación de los organismos de evaluación de la conformidad de acuerdo con la normatividad internacional y nacional aplicable.
- Representar los intereses del país ante organismos regionales e internacionales relacionados con actividades de acreditación y participar en foros nacionales, regionales e internacionales de interés.

Mantener un registro público actualizado de los organismos acreditados, cuyo contenido y condiciones serán definidos de acuerdo con el reglamento que para el efecto se expida.

1.8 CERTIFICACIÓN

La certificación es la cantidad de pruebas oficiales que son llevadas a cabo por un centro o laboratorio acreditado.

Un sistema de certificación tiene sus propias reglas, procedimientos y forma de administración para llevar a cabo una certificación de conformidad. Dicho sistema, debe de ser objetivo, fiable, aceptado por todas las partes interesadas, eficaz, operativo, y estar administrado de manera imparcial y honesta.

Su objetivo primario y esencial, es proporcionar los criterios que aseguren al comprador que el producto que adquiere satisface los requisitos pactados. Todo sistema de certificación debe contar con los siguientes elementos:

- ✓ Existencia de Normas y/o Reglamentos.
- ✓ Existencia de Laboratorios Acreditados.
- ✓ Existencia de un Organismo de Certificación Acreditado. [25]

En Colombia el ente autorizado para realizar certificación es el ICONTEC.

2 MÓDULO DE TEMPERATURA DEL LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

2.1 REFERENTES DEL ENTORNO INDUSTRIAL

2.1.1 Visitas Técnicas

La realización de visitas técnicas en laboratorios de calibración acreditados, durante la etapa de prestación de servicios; tuvo como objetivo recopilar información sobre temas como: metrología, métodos de calibración, estándares utilizados y experiencias durante la etapa de acreditación.

- Visita técnica al Instituto Nacional de Metrología (INM).



Figura 8. Instituto Nacional de Metrología

El propósito de esta visita técnica fue realizar un recorrido por los diferentes laboratorios de calibración presentes en el INM, adquiriendo así información, técnicas y normas utilizadas para la calibración de instrumentos de medición de temperatura.

- Visita técnica al Centro de Desarrollo Tecnológico del Gas (CDT de gas).



Figura 9. Centro de Desarrollo Tecnológico del Gas (CDT de gas)

La visita técnica al CDT de gas fue directamente enfocada al laboratorio de calibración de temperatura, donde se calibran hornos de temperatura, este laboratorio se encuentra acreditado bajo la norma 17025

- Visita técnica realizada en el laboratorio de calibración de AVIANCA.



Figura 10. Laboratorio de calibración de AVIANCA

Esta visita al laboratorio de calibración de instrumentos de medición de temperatura fue muy útil, debido a que este laboratorio está dotado de diversos tipos de hornos de temperatura y también se pudo apreciar una calibración en proceso.

- Visita técnica al Instituto Colombiano del Petróleo (ICP).



Figura 11. Instituto Colombiano del Petróleo (ICP)

Debido a políticas de la empresa no se pudieron tomar fotografías de los instrumentos presentes en su laboratorio, pero la visita fue de gran apoyo en la parte de la normatividad y en conceptos técnicos. (Véase Figura .10).

2.1.2 Pasantía

- Pasantía realizada en el Laboratorio de Vibraciones de la Universidad Pontificia Bolivariana.



Figura 12. Pasantía realizada en el Laboratorio de Vibraciones de la Universidad Pontificia Bolivariana

La realización de una pasantía dentro de la universidad al laboratorio de vibraciones tuvo como finalidad, adquirir toda la información posible sobre el proceso de acreditación. Además se recibió un breve curso sobre la norma ISO 17025 para analizar los aspectos más importantes a tener en cuenta y así poder aplicarlos al módulo de temperatura.

2.2 DESCRIPCIÓN

EL laboratorio de instrumentación de la Universidad Pontificia Bolivariana cuenta con distintos módulos, en los cuales se trabajan las 4 variables primarias (Presión, Temperatura, Nivel, y Flujo). En cuanto al módulo de temperatura, este cuenta con una serie de equipos que permiten hacer mediciones de temperatura por contacto y no contacto.

2.2.1 Características.

2.2.1.1 Espacio Físico.

El laboratorio de instrumentación cuenta con un área física de aproximadamente 86 metros cuadrados en los cuales se ubican los módulos de Presión, Temperatura, Nivel y Flujo.

Cada módulo posee objetivos e instrumentos propios de su variable para así poder brindar herramientas de trabajo que permitan el entrenamiento del estudiante en el arte de la medición de la misma. El laboratorio se encuentra dotado de servicios industriales como conexión a la red eléctrica, servicio de agua, servicio de internet, suministro de aire comprimido, aire acondicionado integral y un suministro de energía auxiliar. En la actualidad el laboratorio es administrado por el centro administrativo de laboratorios de la Universidad Pontificia Bolivariana quien brinda apoyo para el mantenimiento y la logística para el funcionamiento del mismo. (Véase Figura.12)

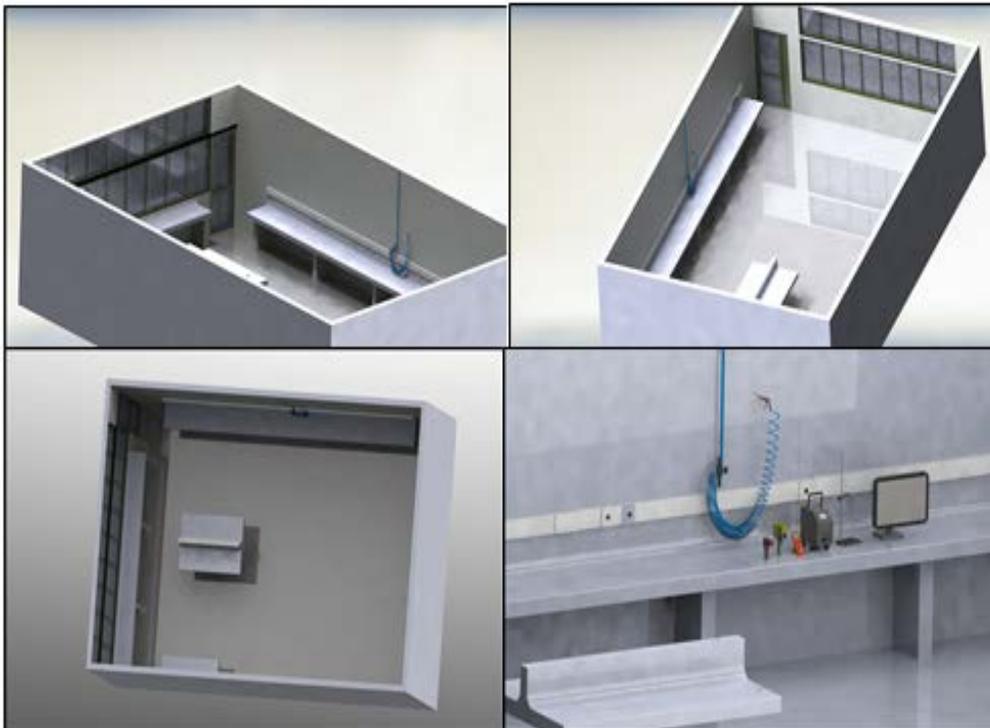


Figura 13. Diseño en SolidWorks del Laboratorio de Instrumentación de la Universidad Pontificia Bolivariana

2.2.1.2 Condiciones del Lugar.

Dentro de las características del laboratorio se destaca la constante lectura de las variables Temperatura y Humedad relativa, para poder mantener un ambiente cómodo y tener completo control de dichas variables, los instrumentos que permiten realizar estas lecturas son: un sensor para la medición de temperatura y humedad relativa y un reloj digital el cual posee un sensor de temperatura integrado. Además el laboratorio posee un sistema de aire acondicionado integral controlado el cual mantiene una temperatura constante dentro del laboratorio.

2.2.1.3 Especificaciones Técnicas.

Las Especificaciones técnicas del módulo de temperatura denominan el rango de trabajo y el alcance del módulo, en este caso estas características se encuentran ligadas a las especificaciones de los instrumentos. De acuerdo a esto el modulo se encuentra en capacidad de ejercer funciones en rangos de 15° a 150° Celsius en mediciones por contacto directo y de 25° a 250° Celsius en mediciones por no contacto. En mediciones por contacto directo el modulo se encuentra en la capacidad de manejar instrumentos como RTD's y Termopares de 1/4", 1/8", 3/16", 1/8", 3mm, 4mm, 6mm, 8mm y 10mm de diámetro.

2.2.1.4 Unidad de Cómputo.

El modulo cuenta con un computador para la adquisición y análisis de resultados de cualquier tipo de prueba realizada en el módulo (Véase Figura.13). Este posee las siguientes características:

- Procesador: Intel® Core™ i5-3330 Processor (6M Cache, up to 3.20 GHz)
- Pantalla: 23 "de alta definición completa (1080p) con pantalla táctil LED
- Memoria (RAM): 6 GB Dual Channel DDR3 1600 MHz - 2 DIMM
- Almacenamiento (disco duro): Disco duro 1 Tera 7200 RPM SATA 3.0Gb/s
- Unidad óptica: 8x de carga Bandeja CD/DVD (Dual Layer DVD + /-R Drive)
- Color: Negro



Figura 14.Unidad de Cómputo

2.2.1.5 Servicios Industriales.

El Modulo de temperatura se encuentra dotado de servicios industriales como los son: Conexión a la red eléctrica, servicio de agua, servicio de internet, suministro de aire comprimido, aire acondicionado integral , un suministro de energía auxiliar entre otros. Cada uno de estos servicios fue seleccionado con una serie de especificaciones las cuales son:

- Servicio de energía

El modulo cuenta con una conexión a la red eléctrica por medio de 4 tomacorrientes de 110 V y uno de 220 V como se puede observar en la Figura 14, los cuales proveen la suficiente potencia para que los dispositivos eléctricos funcionen correctamente.



Figura 15.Toma Corrientes

- Servicio de agua

El modulo cuenta con una zona de mantenimiento el cual posee un grifo de ½” para la dotación de agua potable al módulo, (Véase Figura.15) este servicio es proporcionado por medio del acueducto presente en el Edificio K de la Universidad.



Figura 16. Grifo

- Servicio de internet

Para establecer un enlace de datos del módulo a internet, este posee una conexión LAN que comprende una velocidad de 20 Mbps y una conexión inalámbrica con velocidad de hasta 25 Mbps.

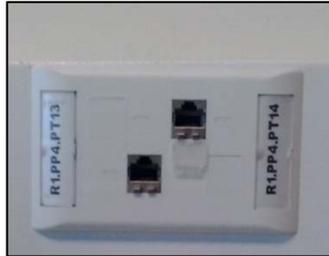


Figura 17. Conexión a Internet

- Suministro de aire comprimido

Como servicio propio del laboratorio; el modulo cuenta con un suministro de aire comprimido con una presión máxima de 200psi. La conexión del módulo al sistema de aire se hace a través de una llave de paso y un regulador de presión para controlar el flujo de aire.



Figura 18. Conexión y regulador de aire comprimido

- Servicio de aire acondicionado integral

El modulo debe mantener un ambiente controlado tanto en temperatura como humedad, debido a esto el modulo posee un sistema de ventilación que comprende; un aire acondicionado industrial, el cual puede controlar la temperatura y la humedad del módulo. En la figura 18 se puede observar la estructura del aire acondicionado.



Figura 19. Sistema de aire acondicionado integral

- Suministro de energía auxiliar

El modulo posee un sistema auxiliar de energía que permite relevar el suministro de energía principal en caso de fallos, este sistema está conformado con un generador Diésel y un banco de baterías; capaces de suplir la necesidad energética cuando se lo necesite. En la figura 19 se muestra los tomacorrientes auxiliares que suplen el servicio de energía cuando este falla.



Figura 20. Toma corrientes auxiliares

- Sistema de iluminación

El laboratorio tiene un sistema de iluminación el cual consta de 9 módulos de lámparas fluorescentes, para lograr un alumbrado total en cada área de trabajo. (Véase Figura.20)



Figura 21. Sistema de iluminación del modulo

- Servicios auxiliares

Para el mantenimiento de los instrumentos y dispositivos utilizados en el módulo, el laboratorio cuenta con una zona de mantenimiento la cual es compartida con los demás módulos para realizar dichas actividades.

Además de los servicios auxiliares el modulo cuenta con un sistema de seguridad contraincendios; que comprenden 1 extintor y una alarma. También tiene un sensor de movimiento el cual es activado en horas no laborales para la detección de intrusos o algún tipo de anomalía.

2.2.1.6 Zona de Almacenamiento

Es necesario establecer una zona donde se puedan almacenar los instrumentos y sensores que conforman el banco de temperatura, para ello se diseñó un estante donde todos los elementos estarán seguros. (Véase Figura.21)

La zona de almacenamiento estará constituida por un estante fabricado a medida, en el cual se guardaran todos los instrumentos que comprenden el modulo. El estante posee gabinetes móviles en caso de almacenar algún elemento de mayor tamaño que el de los instrumentos actuales del módulo. Las gavetas deslizantes son para el almacenamiento exclusivo de las RTD's y los termopares patrones.



Figura 22. Zona de almacenamiento

La cámara termográfica será guardada en la caja que trae de fábrica pues a este dispositivo toca tenerle gran cuidado especialmente al lente el cual no debe tocarse y debe evitar la presencia de polvo o algún material que lo afecte. [26]. (Véase Figura .22)



Figura 23. Zona de almacenamiento de la cámara termo gráfica. [27]

Los insertos deben estar aislados del polvo y otros factores ambientales por ello se diseñó un elemento especial para su almacenamiento. (Véase Figura .23)

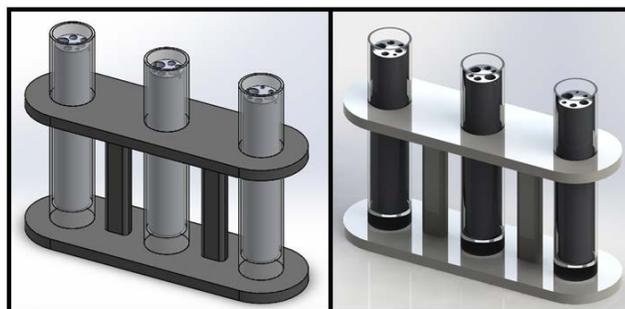


Figura 24. Zona de almacenamiento de insertos. [28]

2.3 MEDICIÓN DE TEMPERATURA

El modulo cuenta con una serie de sensores e instrumentos para la medición de temperatura, en la Tabla .1 se muestra un listado de los instrumentos presentes en el inventario del módulo.

Cantidad	Instrumento	Salida de información	Tipo de Cable	Calibre
1	RTD	Resistiva 100(Ω)	2 Hilos	3/16"
1	RTD	Resistiva 100(Ω)	2 Hilos	1/4"
1	RTD	Resistiva 100(Ω)	2 Hilos	3/8"
1	RTD	Resistiva 100(Ω)	3 Hilos	3/16"
1	RTD	Resistiva 100(Ω)	3 Hilos	1/4"
1	RTD	Resistiva 100(Ω)	3 Hilos	3/8"
1	RTD	Resistiva 100(Ω)	4 Hilos	3/16"
1	RTD	Resistiva 100(Ω)	4 Hilos	1/4"
1	RTD	Resistiva 100(Ω)	4 Hilos	3/8"
1	RTD	Resistiva 100(Ω)	3 Hilos	3mm
1	RTD	Resistiva 100(Ω)	3 Hilos	3mm
1	RTD	Resistiva 100(Ω)	3 Hilos	6mm
1	RTD	Resistiva 100(Ω)	3 Hilos	8mm
1	RTD	Resistiva 100(Ω)	3 Hilos	10mm
1	Termocupla	Tensión (tipo J)	3 Hilos	1/4"
1	Termocupla	Tensión (tipo K)	3 Hilos	1/4"
1	Termocupla	Tensión (tipo E)	3 Hilos	1/4"
5	RTD	Resistiva 100(Ω)	3 Hilos	1/4"
2	RTD con Cabezal	Señal eléctrica 4-20 mA	-	1/4"
1	Sensor Bimetálico	Visual de 0-250°C	-	1/4"

Cantidad	Instrumento	Referencia	Tipo
1	Cámara Termográfica	Fluke Ti10	IR Fusión
1	Horno de Metrología	Fluke 9142	Baño seco
1	Termómetro Digital	Fluke 51 II	J, K, T, y E
1	Pirómetro Óptico	UNI-T UT301A	IR Thermometer

Tabla 1. Inventario del Módulo de Temperatura.

2.3.1 Medición de Temperatura por Contacto Directo

2.3.1.1 Baño Seco

Este tipo de hornos está diseñado para generar altas y bajas temperaturas, su funcionamiento al igual que su definición no requieren de la utilización de líquidos térmicos ni del cambio secuencial del mismo, ya que su sistema de funcionamiento se basa en el uso de celdas Peltier. Las celdas Peltier generan un diferencial de temperatura cuando se aplica un voltaje en la superficie de dos metales diferentes o semiconductores que se encuentran conectados entre sí por medio de soldaduras o juntas de Peltier; al presentarse un flujo de corriente entre los dos metales se genera una diferencia de temperatura entre las placas, debido a que una de las placas le transfiere su calor a la otra dando como resultados un enfriamiento de unas de las placas y calentamiento de la otra. A este fenómeno se le conoce como efecto Peltier, el cual posee un comportamiento inverso al efecto Seebeck, pero de igual forma se encuentran relacionados por el mismo principio químico, que consiste en el flujo de electrones de una región de alta densidad a una de baja densidad.[29]

El modulo cuenta con un horno metrológico tipo baño seco FLUKE 9142 como el que se muestra en la Figura .24; este equipo cuenta con un rango de temperatura de -25° a 125° C. El horno posee las características suficientes para realizar las prácticas de laboratorio, de igual forma presenta un buen control en cuanto al manejo y seguridad del operante.



Figura 25. Horno de Metrología Fluke 9142. [30]

Para poder trabajar con el horno de metrología un elemento indispensable son los insertos, los cuales son elementos que se inserta en el horno de metrología para que en él se ingresen sensores de temperatura, se trabajaron tres tipos de insertos:



Figura 26. Insertos tipos A, B y E.

- Inserto Tipo A

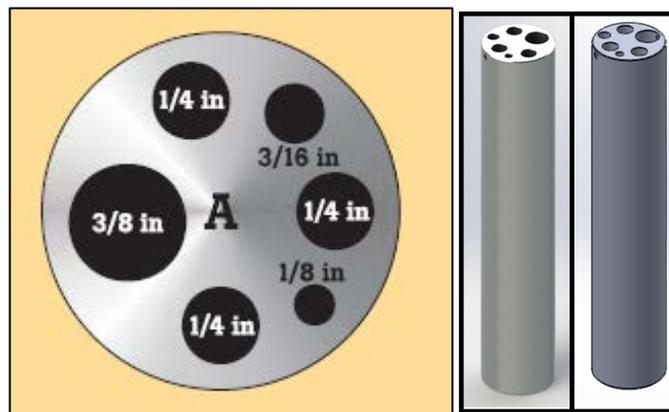


Figura 27. Inserto tipo A. Diseño básico y Renderizado en Solidworks. [31]

- Inserto Tipo B

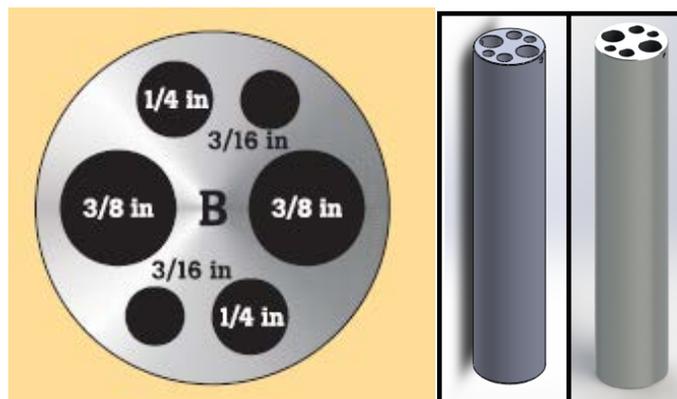


Figura 28. Inserto tipo B. Diseño básico y Renderizado en Solidworks. [32]

- **Inserto Tipo E**

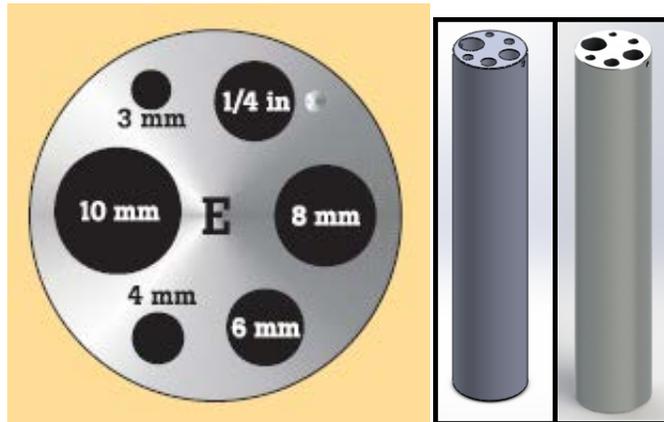


Figura 29. Inserto tipo E. Diseño básico y Renderizado en Solidworks. [33]

2.3.1.2 Termómetro Digital

El termómetro de contacto Fluke 51 Serie II el cual se muestra en la Figura .29, se destaca por integrar en un equipo robusto de mano, velocidades de respuesta y precisión prácticamente de laboratorio ($0,05\% + 0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$). [34]

Este termómetro admite lecturas de termocuplas de tipos J, K, T y E. Además la lectura de temperatura puede establecerse en escalas como Celsius, Fahrenheit y Kelvin.



Figura 30. Termómetro digital Fluke 50 Serie II

2.3.1.3 Termómetro Bimetálico



Figura 31. Termómetro Bimetálico

El modulo dentro de los instrumentos de medición por contacto directo posee un par de Termómetros bimetálico (Véase Figura.30), los cuales basan su funcionamiento en un cinta bimetálica donde se conectan dos piezas de metal con diferentes coeficientes de expansión térmica. Cuando la cinta se somete a cualquier temperatura más alta a la temperatura a la cual se hizo la liga se doblara en una dirección, cuando se somete a una temperatura inferior, se dobla al otro lado. Una lámina bimetálica está constituida por dos láminas de metal, cada una de ellas con diferente coeficiente de dilatación, superpuestas y soldadas entre sí. De este modo se consigue que cuando se calientan, al dilatarse cada una de ellas de forma distinta, el conjunto se deforma, y aprovechando esta deformación para la apertura o cierre de un contacto eléctrico, cuya actuación dependería de la temperatura. La precisión del instrumento es de $\pm 1\%$ y el rango de medida va de -200°c hasta los 500°c . [35]

2.3.1.4 RTD Pt100



Figura 32. RTD Pt 100 (Resistance Temperature Detector)

Es un sensor de temperatura que consiste en un alambre de platino que a 0 °C tiene una resistencia de 100 y que resistencia eléctrica. El incremento de la resistencia es no lineal pero si creciente y característico del platino de tal forma que mediante tablas es posible encontrar la temperatura exacta a la que corresponde.

Una Pt100 es un tipo particular de RTD (detector de resistencia de temperatura), normalmente las Pt100 industriales se consiguen encapsuladas, es decir dentro de un tubo de acero inoxidable u otro material que en un extremo está el sensor y en el otro está el terminal eléctrico de los cables protegido dentro de una caja redonda de aluminio denominada cabezal. (Véase Figura.31) [36] En la Grafica 1 se muestra el comportamiento lineal de una RTD Pt100.

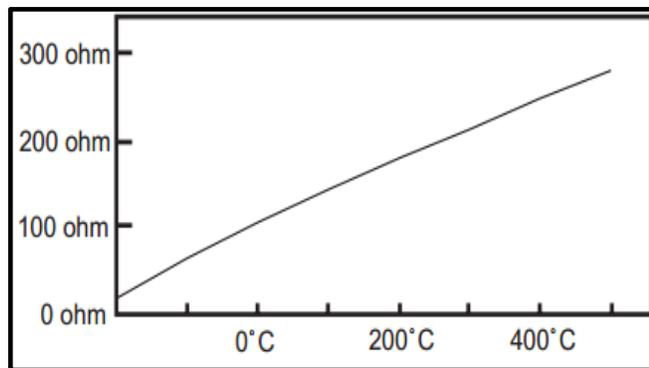


Figura 33. Grafica Característica de la Pt100. [37]

2.3.1.5 Termopar



Figura 34. Termocuplas Tipo K

Otra instrumento presente dentro del módulo para la medición de temperatura son las termocuplas o termopares (Véase Figura.32), estas cumplen su función en conjunto con un Termómetro Digital.

Un termopar funciona basándose en dos propiedades termoeléctricas el efecto Seebeck y el efecto Peltier.

El efecto Seebeck, consiste en un circuito cerrado formado por dos hilos unidos de diferentes metales, Cuando se somete la unión al calor surge una pequeña corriente la cual está relacionada con la temperatura a la que se encuentra la unión.

El efecto Peltier es el efecto contrario al Seebeck, debido que al aplicar una corriente eléctrica, la soldadura o la placa del hilo receptor (polarización positiva) se calienta, mientras que la soldadura del hilo generador (polarización negativa) se enfría. [38]

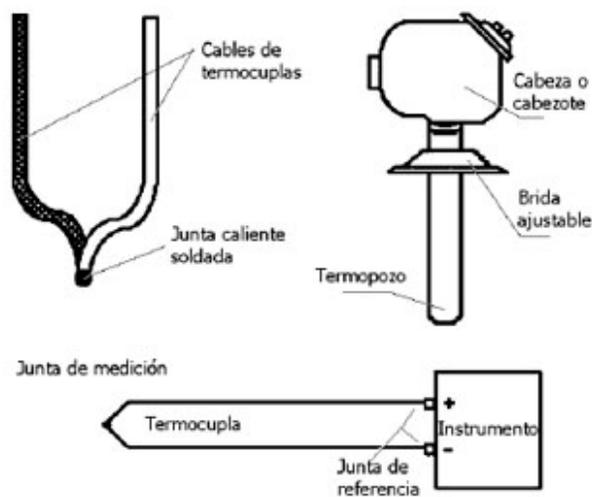


Figura 35. Esquema del termopar.[39]

Uno de los usos comunes de un termopar es el de la medición de la temperatura debido a que su costo los hace accesibles, su variedad de accesorios se encuentran estandarizados y poseen un amplio rango de medida.

Tipos de termopares

En la Tabla 2 se muestra los diferentes tipos de termopares y sus características:

ANSI Code	ANSI/ASTM T/C	ANSI/ASTM Exten.	BS 1843 (Britain)	DIN 43710 (Germany)	JIS C1610-1981 (Japan)	IEC 584-3 (Europe)	Common Uses
E							Suitable for use in oxidizing or inert atmosphere. Limited use in vacuum or reducing atmosphere. Suitable for sub zero.
J							Reducing vacuum, inert atmosphere. Limited use in oxidizing above 1004°F (540°C). Not recommended for sub zero.
K							Suitable for use in oxidizing or inert atmosphere. Limited use in vacuum or reducing atmosphere. Suitable for sub zero.
N							Alternative to Type K. More stable at high temperatures.
R							Suitable for use in oxidizing or inert atmosphere. Do not insert in metal tubes. Beware of contamination at high temperatures.
S							Suitable for use in oxidizing or inert atmosphere. Do not insert in metal tubes. Beware of contamination at high temperatures.
T							Mild oxidizing, reducing vacuum or inert atmosphere. Good where moisture is present. Low temperature and cryogenic applications.

Tabla 2. Tipos de termocuplas. [40]

- **Tipo J:** Composición: Hierro/Constantano. Se pueden emplear en ambientes oxidantes y reductores. Se aplican comúnmente en horno de combustión abierta.
- **Tipo K:** Composición: Cromel / Alumbrol. Se emplean en atmosferas no reductoras, este tipo es superior al tipo E, J y T al medir en atmosferas oxidantes ya que su margen de medida es mejor.
- **Tipo T:** Composición: Cobre / Constantano. Resisten la corrosión, por lo que se usan en ambientes muy húmedos
- **Tipo E:** Composición: Cromel / Constantano. Son los de mayor sensibilidad y resisten la corrosión por debajo de 0°C y las atmosferas oxidantes
- **Tipo N:** Composición: Nicrosil / Nisil. Resisten la oxidación y son estables a altas temperaturas

- **Tipo B, R y S:** Composición: Platino/ Rodio. También llamados termopares con metales nobles, resisten la oxidación y la corrosión.

2.3.2 Medición de Temperatura por no Contacto

2.3.2.1 Pirómetro



Figura 36. Pirómetro

Este pirómetro capta la radiación espectral infrarroja invisible al ojo humano y su rango de medida va hasta los 700°C. El lente filtra la radiación infrarroja emitida por el área que se está examinando y la concentra en un sensor de temperatura que puede ser un termopar o un termistor.

La distancia focal del lente oscila entre los 500mm y los 1500mm, además dispone de un compensador de emisividad el cual permite corregir la temperatura leída para evitar pérdidas en los cuerpos que tienen emisividad menor que 1, además cuando hay vapores, gases, humos o materiales transparentes que se interponen en el camino de la radiación.) [41]

2.3.2.2 Cámara Termográfica

El análisis termo gráfico se basa en la obtención de la distribución superficial de temperatura de una tubería, pieza, maquinaria, envolventes, por el que obtenemos un mapa de temperaturas por medio de una termografía o termo grama, donde se visualizan puntos fríos o calientes debido a las anomalías que se pudieran

encontrar en el aislamiento. Con la realización del estudio termo gráfico completo se puede realizar una comprobación tanto en envolventes, como en maquinarias y sistemas de distribución, con lo que se puede conseguir:

- Un mayor conocimiento de la instalación realizada en cuanto a su estado térmico.
- Conocimiento de las pérdidas existentes (fugas) y por lo tanto de posibles puntos de actuación.
- Ahorro debido a una mayor eficiencia energética de los sistemas evaluados.[42]



Figura 37. Cámara Termográfica

2.4 PRESTACIÓN DE SERVICIOS

Aunque el laboratorio no cuenta con una acreditación dentro del ámbito legal para la calibración y ensayo de la variable temperatura, se han prestado servicio de medición, verificación y capacitación en la variable temperatura por contacto directo y no contacto.

2.4.1 Servicios Internos

La prestación de servicios internos; se refiere a la colaboración por parte del módulo en labores realizadas dentro de la universidad. Dichos servicios brindaron apoyo a las distintas facultades en diversas tareas, aportando a estas el respectivo análisis térmico; sea por contacto o por no contacto.

Los servicio internos prestados por el Modulo de temperatura fueron:

- **Prestación de servicio a Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Pontificia Bolivariana.**

Este servicio prestado consistía en realizar un análisis termográfico de unas muestras de asfalto, Para adquirir la temperatura del asfalto al momento de ser compactado. En este caso la temperatura establece si el asfalto se encuentra apto para su compactación.



Figura 38. Captura de imágenes para el análisis termográfico

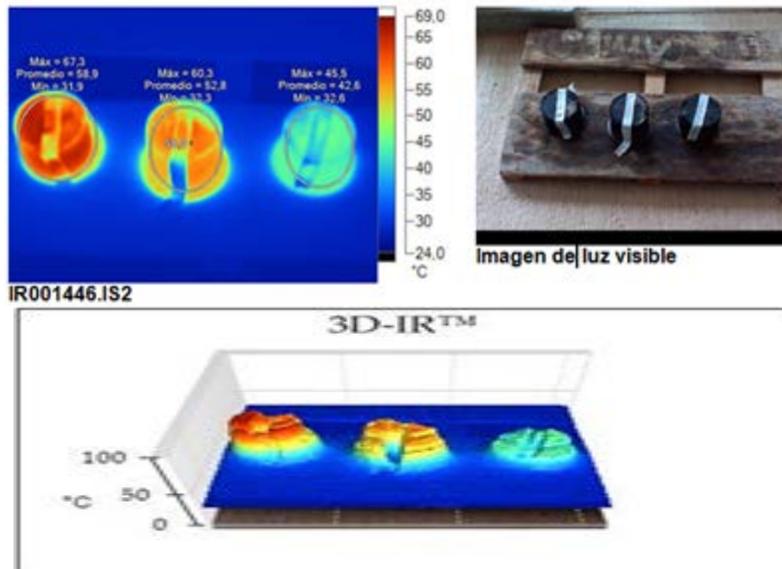


Figura 39. Análisis termográfico de las muestras de asfalto

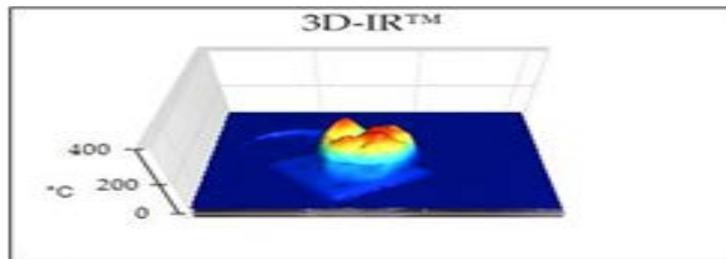
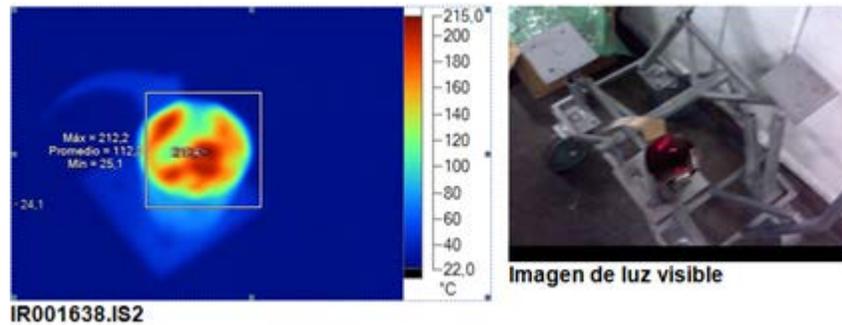
Como resultado del análisis se entrega a la persona a cargo de la actividad un informe de termografía elaborado con el software de la cámara termográfica.

- **Prestación de servicio a Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Pontificia Bolivariana**

Este servicio prestado consistía en realizar un análisis termo gráfico del comportamiento físico de varios metales al ser sometidos al calor dentro de un horno de fundición. Este servicio fue brindado a estudiantes de 4to semestre de ingeniería industrial, los cuales mediante los resultados obtenidos del análisis termo gráfico lograron obtener la ecuación diferencial del sistema de fundición.



Figura 40. Captura de imágenes para el análisis termográfico



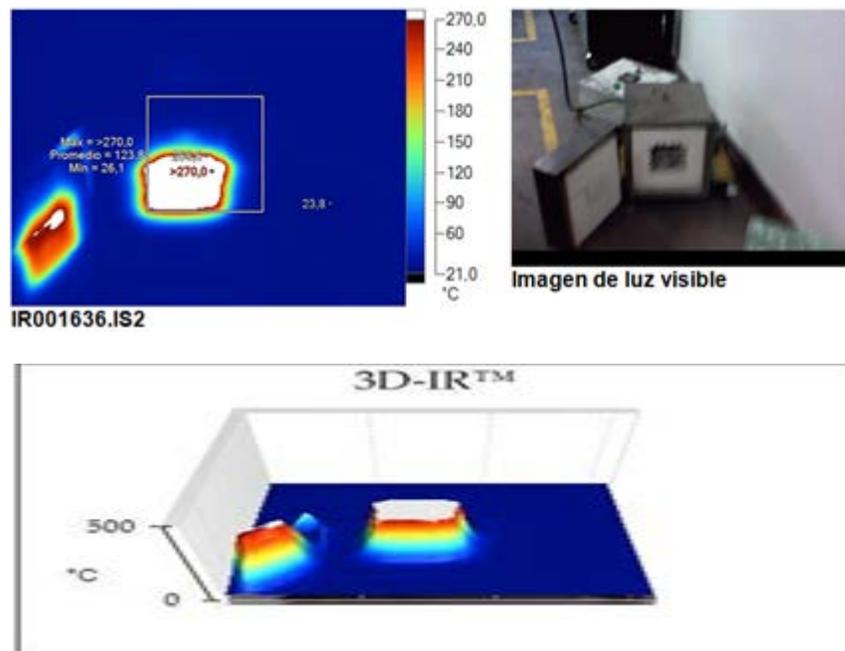


Figura 41. Análisis termográfico del horno de fundición

El inconveniente presentado en esta práctica, fue la saturación de la cámara termográfica debido a que la temperatura del horno sobrepasa el rango máximo de temperatura de la cámara, esto se identifica por el color blanco y el símbolo “mayor que 270°C” en la imagen (>270°).

Como resultado del análisis se entrega a la persona a cargo de la actividad un informe de termografía elaborado con el software de la cámara termográfica.

- **Prestación de servicio a Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana**

Este servicio prestado consistía en realizar un análisis termográfico del comportamiento térmico de un horno de fundición de metales. Este servicio fue brindado al personal a cargo del laboratorio de procesos industriales, El cual mediante los resultados de la práctica logran establecer un diagnóstico del horno de fundición para el mantenimiento preventivo de este. (Véase Figura .40)

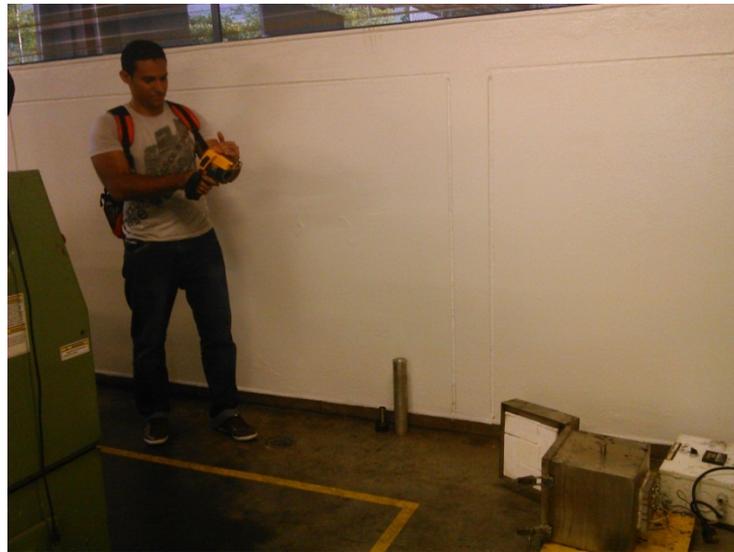


Figura 42. Captura de imágenes para el análisis termográfico

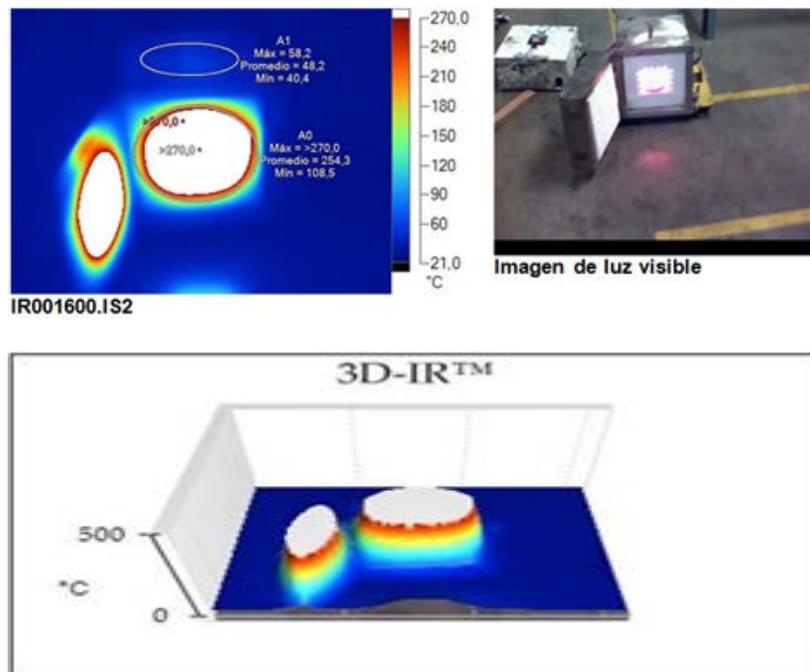


Figura 43. Análisis termográfico del horno de fundición

Un inconveniente presentado en esta práctica, fue la saturación de la cámara termo grafica debido a que la temperatura del horno sobrepasa el rango máximo de temperatura de la cámara, esto se identifica por el color blanco y el símbolo de mayor que 270°C en la imagen (>270°).

- **Prestación de servicio al Laboratorio de Vibraciones de la Universidad Pontificia Bolivariana**

Este servicio prestado consistía en realizar una verificación de 8 termocuplas con el Horno de Metrología tipo Baño seco. El objetivo de esta práctica consistía en comparar los valores de medida de las termocuplas con los valores del elemento patrón en este caso el Horno de metrología, dichos valores fueron establecidos por el cliente. Esta prueba fue realizada en base a la práctica de laboratorio establecida en la fase 1 del módulo.

- **Prestación de servicio a la especialización en control e instrumentación industrial de la Universidad Pontificia Bolivariana**



Figura 44. Prestación de servicio a la especialización en control e instrumentación industrial

Este servicio prestado a los estudiantes de postgrado en la especialización y control industrial, los cuales desarrollaron la guía comprendida en el módulo de temperatura. El trabajo realizado por el monitor era el de enseñar a los estudiantes como usar los equipos presentes, vigilar el manejo adecuado de los equipos y resolver cualquier duda al respecto.

- **Prestación de servicio a estudiantes de la facultad de ingeniería civil, en una planta de fabricación de asfalto.**

Este servicio prestado a los estudiantes de pregrado en ingeniería civil, los cuales se vieron en la necesidad de realizar un análisis termográfico para cumplir con un objetivo presente en su proyecto de grado. El análisis termo gráfico tenía como finalidad realizar un escaneo térmico del asfalto durante su fabricación y compactación.



Figura 45. Captura de imágenes para el análisis termográfico

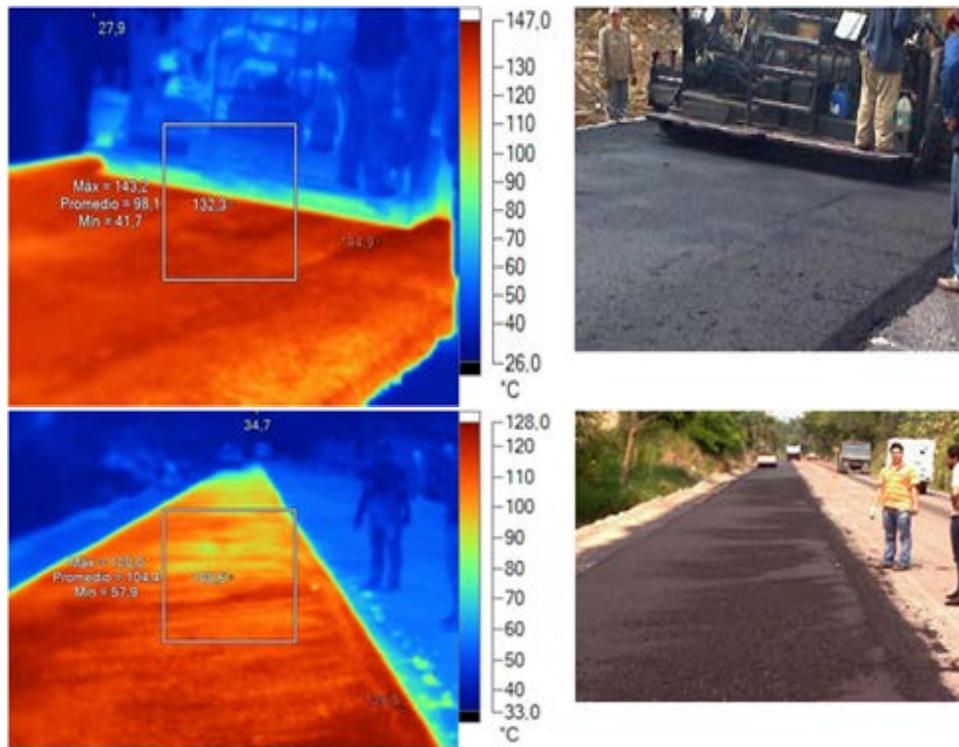


Figura 46. Captura de imágenes para el análisis termográfico

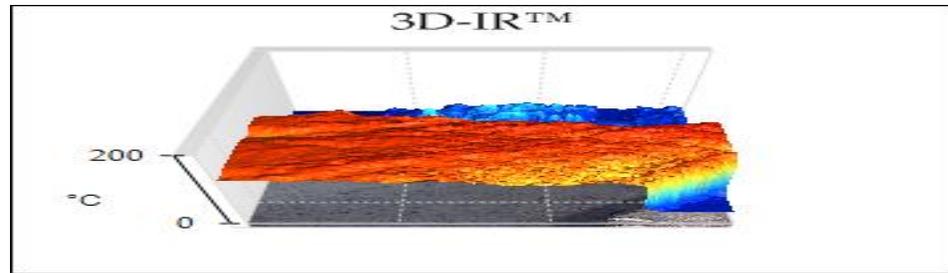
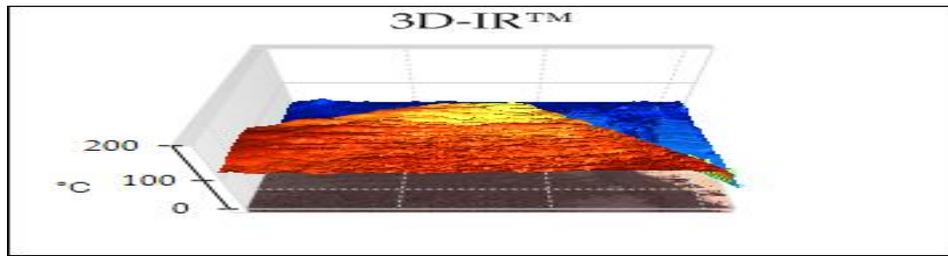


Figura 47. Análisis termográfico del asfalto durante la compactación

Como resultado del análisis se entrega a la persona a cargo de la actividad un informe de termografía elaborado con el software de la cámara termo gráfica.

2.4.2 Servicios Externos

- **Prestación de servicio a practicante de la facultad de ingeniería electrónica en la empresa STERICLINIC.**

Este servicio prestado consistía en realizar un análisis termo gráfico de una autoclave para comprobar la disipación de calor en su interior. Este servicio fue brindado al personal a cargo de la fabricación de las autoclaves, el cual mediante los resultados de la práctica logran establecer un diagnóstico para la fabricación de dicha máquina.



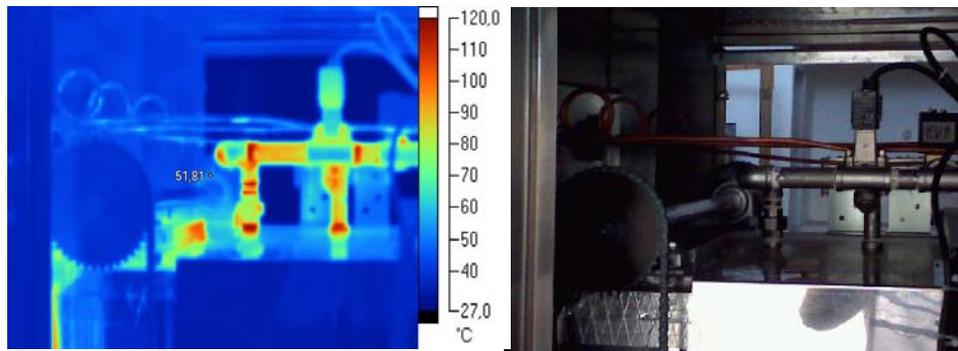


Figura 48. Captura de imágenes para el análisis termográfico

Como resultado del análisis se entrega a la persona a cargo de la actividad un informe de termografía elaborado con el software de la cámara termo gráfica.

3 DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE ASEGURAMIENTO METROLÓGICO DEL MÓDULO DE TEMPERATURA.

Este capítulo describe mediante un diagnóstico detallado cada ítem de los numerales cuatro y cinco de la Norma Internacional NTC-ISO/IEC 17025, es decir, los requisitos relativos a la gestión (Capítulo 4), y los requisitos técnicos (Capítulo 5) exigidos en la norma, los cuales permiten evaluar la competencia del laboratorio de Instrumentación de la universidad Pontificia Bolivariana, con el objetivo de diseñar un plan de mejoramiento que describa el procedimiento adecuado para mejorar en cuanto a los requisitos ausentes, las condiciones y eliminar posibles no conformidades, como punto de partida para la implementación de un Manual de Calidad para el laboratorio.

Se realizó una evaluación y valoración de cada uno de los ítems descritos en los numerales cuatro y cinco de la norma, donde finalmente se presentaron unas conclusiones, recomendaciones y un plan de mejoramiento propuesto de acuerdo al diagnóstico realizado. La siguiente es la lista de chequeo modificada de la Organismo Nacional de Acreditación (ONAC).

3.1 LISTA DE VERIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS RELATIVOS A LA GESTIÓN

REQUISITOS	DIAGNÓSTICO
4. REQUISITOS RELATIVOS A LA GESTIÓN	
4.1 Organización	
4.1.1 Responsabilidad legal	El laboratorio de Instrumentación Industrial es parte de la Universidad Pontificia Bolivariana, una entidad con responsabilidad legal, sin embargo no cuenta actualmente con una resolución rectoral que soporte su creación.
4.1.2 Requisitos de la Norma ISO/IEC 17025:2005, necesidades del cliente, autoridades reglamentarias u organizaciones que otorgan reconocimiento	El laboratorio realiza actividades de ensayo y calibración, sin embargo no cumple toda la Norma Internacional, y no tiene ningún reconocimiento o por lo menos no han sido validadas sus actividades.
4.1.3 El sistema de gestión debe cubrir el trabajo realizado en las Instalaciones permanentes, sitios fuera de sus instalaciones permanentes, o instalaciones temporales o móviles	No se ha creado un manual de calidad acorde a las necesidades del laboratorio, y que cubra el trabajo realizado dentro de las instalaciones de este. Si hay un sistema de gestión de calidad para la Universidad en general, pero no cubre las actividades específicas del laboratorio

REQUISITOS	DIAGNÓSTICO
4.1.4 Responsabilidades del personal clave	El laboratorio hace parte de una organización que desarrolla actividades académicas que involucran diferentes ensayos y calibraciones, sin embargo, no hay personal clave capacitado, libre de presión indebida, comercial, financiera o de otra índole, encargado principalmente de las actividades de ensayo y calibración propias del presente laboratorio.
4.1.5 Deberes del laboratorio a) Personal administrativo y técnico	El laboratorio de instrumentación industrial tiene un líder, pero no tiene el personal directivo y técnico dedicado a desempeñar las funciones específicas del laboratorio.
b) Personal libre de presiones internas y externas	No hay una dirección, ni personal clave, capacitado, que sea el encargado únicamente de las actividades del laboratorio.
c) Información confidencial y derechos de propiedad de los clientes	No se han implementado políticas de protección de la información confidencial y derechos de propiedad de los clientes.
d) Políticas y procedimientos para evitar involucrarse con actividades inapropiadas	El laboratorio de Instrumentación no tiene políticas que eviten que cualquier actividad dentro de este pueda disminuir la confianza en la competencia, imparcialidad, juicio o Integridad operativa.
e) Organización definida y estructura de la gestión.	Aunque el laboratorio de instrumentación forma parte de la estructura organizacional de la universidad, no tiene definida la organización la organización y la estructura de gestión del laboratorio.
f) Responsabilidad, autoridad e interrelaciones del personal	No hay una autoridad dedicada, ni personal que dirija, realice, o verifique el trabajo que afecta la calidad de los ensayos y/o calibraciones.
g) Supervisión del personal que ensaya o calibra	Debido a que no hay personal clave encargado de las actividades de ensayos y calibraciones, no se realiza supervisión de las actividades desarrolladas dentro del laboratorio.
h) Dirección técnica	Aunque hay una dirección técnica responsable de las operaciones técnicas y la provisión de los recursos necesarios para asegurar la calidad requerida de las operaciones de laboratorio, dicha dirección no está formalizada y es de tiempo parcial.

REQUISITOS	DIAGNÓSTICO
i) Responsable de la calidad. Acceso, al nivel más alto de la dirección, del responsable de la calidad	Hay una líder de calidad, quien asegura que el sistema de gestión relativo a la calidad, sea implementado y respetado, sin embargo, este sistema de calidad es general para la universidad. Debido a que no se ha implementado el manual de calidad para el laboratorio, no hay un responsable de la calidad que supervise las actividades y procedimientos que se presentan dentro de este.
j) Sustitutos para el personal directivo clave.	No se ha definido el personal directivo clave, y en consecuencia, tampoco hay sustitutos.
k) Conciencia del personal	No hay personal clave dedicado exclusivamente a las actividades del laboratorio.
4.1.6 Procesos de comunicación dentro del laboratorio	No esta implementado el manual de calidad del laboratorio, y no se ha definido la alta dirección responsable de las actividades que se desarrollan en este.
4.2 Sistema de Gestión	
4.2.1 Sistema de gestión apropiado	Existe un sistema de gestión general para la universidad, pero no hay un manual de calidad diseñado y apropiado al alcance de las actividades del laboratorio.
- Documentación del sistema	No se ha implementado un manual de calidad apropiado al alcance de las actividades del laboratorio que contenga la documentación de políticas, sistemas, programas, procedimientos e instrucciones que aseguren la calidad de resultados de ensayos y calibraciones.
- Documentación comunicada, comprendida, disponible e implementada	No hay personal clave encargado de las actividades del laboratorio, que revise, e implemente la documentación del sistema.
4.2.2 Manual de calidad Declaración de la política de la calidad	No se ha implementado el manual de calidad del laboratorio, en consecuencia, no se han implementado sus respectivas políticas de calidad.
a) Compromiso de la dirección con la buena práctica profesional y la calidad de sus ensayos y calibraciones durante el servicio a sus clientes.	No hay compromiso por parte de la dirección del laboratorio con respecto a las actividades del laboratorio, no se realizan supervisiones a la calidad de los ensayos y calibraciones, y como consecuencia, las condiciones para realizar una buena práctica profesional no están dadas.
b) Declaración de la dirección con respecto al tipo de servicio ofrecido por el laboratorio	No existe una declaración por parte de la dirección que describa qué tipo de servicios ofrece el laboratorio. Actualmente, el laboratorio ofrece únicamente prácticas académicas, sin embargo, estas actividades no han sido validadas.

REQUISITOS	DIAGNÓSTICO
c) Propósito del sistema de gestión concerniente a la calidad	Existe un sistema de gestión de calidad para la universidad en general, sin embargo, no hay un manual de calidad exclusivo que describa las actividades realizadas dentro del laboratorio.
d) El personal relacionado con las actividades de ensayo y calibración debe familiarizarse con la documentación de la calidad e implementar políticas y procedimientos en su trabajo	No hay personal clave capacitado, que esté relacionado de tiempo completo con las actividades del laboratorio, solo hay tesistas con poca experiencia en todas las actividades desarrolladas dentro de este, adicionalmente, no hay documentación de calidad, políticas o procedimientos a seguir dentro del lugar, por la cuales las personas relacionadas al laboratorio deban basarse.
e) El compromiso de la dirección del laboratorio con el cumplimiento de la norma ISO/IEC 17025 y mejora continua del sistema de gestión	No hay compromiso de parte de la dirección con el cumplimiento de esta norma internacional. No se cumple la mayoría de los requisitos de la norma de la norma NTC-ISO/IEC 17025, puesto que, no se ha creado un sistema de manual de calidad para el laboratorio donde describa como mínimo las actividades y/o procedimientos realizados dentro del mismo.
4.2.3 Compromiso de la alta dirección con el desarrollo y la implementación del sistema de gestión.	La alta dirección no se responsabiliza sobre las operaciones del laboratorio, por lo tanto no existe un compromiso con el desarrollo e implementación del sistema de gestión, o como mínimo con la implementación de un manual de calidad.
4.2.4 Comunicar la importancia de satisfacer los requisitos del cliente	La alta dirección no tiene compromiso con respecto a la gestión de las operaciones del laboratorio.
4.2.5 Procedimientos de apoyo y descripción la estructura de la documentación	No se ha implementado el manual de calidad para el laboratorio.
4.2.6 Funciones y responsabilidades de la dirección técnica y del responsable de la calidad	No se ha implementado un manual de calidad donde se describan las funciones y responsabilidades de la dirección técnica y del responsable de calidad.
4.2.7 Mantenimiento de la integridad del sistema de gestión	La alta dirección no tiene interés o responsabilidad sobre las operaciones del laboratorio, y por ende, la implementación del manual de calidad para el laboratorio.
4.3 Control de los Documentos	
4.3.1 Generalidades Procedimientos para controlar los documentos del sistema de calidad	No se ha implementado el manual de calidad del laboratorio, por lo tanto, no se han establecido procedimientos para el control de todos los documentos que forman parte de un sistema de calidad que deben estar descritos dentro de este manual.

REQUISITOS	DIAGNÓSTICO
4.3.2 Aprobación y Emisión de los documentos	No hay control de la documentación del laboratorio.
4.3.2.1 Documentos revisados y aprobados por personal autorizado en función de una lista maestra de documentos	No hay personal autorizado o encargado de las actividades del laboratorio, que revise y apruebe el manual de calidad, por lo tanto no se puede hablar de procedimientos para el control de la documentación.
4.3.2.2 a) Ediciones autorizadas de los documentos	No están disponibles los documentos pertinentes cuando se realiza las operaciones de laboratorio.
b) Revisión periódica de los documentos del laboratorio	Los documentos del laboratorio no son examinados, revisados, protegidos, ni controlados de forma periódica.
c) Documentos inválidos u obsoletos.	Documentos que son caducos, obsoletos son retirados del laboratorio, sin embargo, los que son de uso necesario, no tienen protección alguna y cualquier persona puede hacer uso de ellos.
d) Retención de documentos obsoletos	No hay un control de documentos obsoletos retenidos.
4.3.2.3 Identificación de forma única de los documentos del sistema.	No existe un manual de calidad implementado para el laboratorio, en consecuencia, no hay documentos generados por este que sean identificados unívocamente.
4.3.3 Cambios a los documentos 4.3.3.1 Revisión y aprobación de cambios	Existe un líder del laboratorio que hace revisión de documentos, sin embargo, no hay personal designado para las actividades del laboratorio que realice las respectivas revisiones de documentos del sistema
4.3.3.2 Identificación de texto nuevo o modificado	Se identifican los textos nuevos o modificaciones nuevas en los documentos, o en anexos apropiados.
4.3.3.3 Enmiendas a mano de los documentos	No hay un sistema de control de documentos del laboratorio, procedimientos, ni personas autorizadas para realizar modificaciones de estos.
4.3.3.4 Cambios y control de documentos en medios electrónicos	No se ha establecido procedimientos que describan como se realizan y/o controlan las modificaciones de los documentos conservados en sistemas informáticos.
4.4 Revisión de los Pedidos, Ofertas y Contratos	
4.4.1 Procedimientos para revisión de solicitudes, ofertas y contratos a) Requisitos definidos, documentados y entendidos	No hay requisitos, ni métodos documentados para revisión de pedidos, ofertas y contratos. El laboratorio actualmente no realiza ningún tipo de contratos. No hay alguna documentación, donde describa los requisitos, métodos a utilizar, en la realización de un ensayo y/o calibración.

REQUISITOS	DIAGNÓSTICO
b) Capacidad y recursos	El laboratorio no tiene el espacio, la capacidad y los recursos.
c) Selección del método apropiado de ensayo y/o calibración.	Actualmente, existe un método de ensayo y/o calibración en la variable temperatura, que está basado en un horno de metrología para calibración de termocuplas y termopares, sin embargo aún no ha sido validado.
d) Resolución de diferencias	No se realizan ningún tipo de contratos.
4.4.2 Registro de revisiones	No existen políticas de conservación de registros de las revisiones, únicamente se guardan registros de resultados de trabajos de ensayo y/o calibración.
4.4.3 Revisión de los trabajos subcontratados	El laboratorio no realiza subcontratos de trabajos.
4.4.4 Desviaciones del contrato de trabajo	El laboratorio actualmente no realiza ningún tipo de contratos de trabajos.
4.4.5 Enmiendas después de que el trabajo ha sido comenzado	El laboratorio actualmente no realiza ningún tipo de contratos de trabajos.
4.5 Subcontratación de Ensayos y de Calibraciones	
4.5.1 Subcontratista competente	No se usan subcontratistas competentes para trabajos de ensayo y calibración.
4.5.2 Notificación al cliente y aprobación	El laboratorio no realiza subcontratos de trabajo.
4.5.3 Responsabilidad de Laboratorio	No hay procedimientos de selección de subcontratistas para trabajos de ensayo y calibración.
4.5.4 Registro de subcontratados	No se hace uso de subcontratistas para los ensayos y/o las calibraciones, por lo tanto no existen registros de subcontratistas.
4.6 Compras de Servicios y de Suministros	
4.6.1 Política y procedimiento(s) para la selección y compra de servicios y suministros	La Universidad tiene sus condiciones, políticas y procedimientos para la selección y la compra de servicios y suministros, sin embargo, el laboratorio de instrumentación no cuenta con sus propias políticas de selección y compra de suministros que pueden afectar la calidad de los ensayos y calibraciones.
- Procedimientos para la compra, recepción y almacenamiento de reactivos y materiales consumibles que se necesiten	En el laboratorio de Instrumentación no existen procedimientos para la compra, recepción, y almacenamiento del laboratorio que se necesiten para los ensayos y las calibraciones.

REQUISITOS	DIAGNÓSTICO
4.6.2 Verificación de los suministros, reactivos y materiales consumibles	No existen procedimientos de inspección, verificación de los suministros o materiales adquiridos que cumplan especificaciones normalizadas o requisitos definidos en los métodos relativos a los ensayos y/o calibraciones.
- Cumplimiento con los requisitos especificados	No se hace verificación de que los servicios o suministros adquiridos cumplan con los requisitos definidos en los métodos de calibración y ensayo.
- Registro de acciones tomadas para verificar el cumplimiento de los requisitos.	No se lleva un registro que demuestre la verificación del cumplimiento de los requisitos.
4.6.3 Descripción de los servicios y suministros solicitados en los documentos de compra.	Aunque la universidad tiene normalizado todo el sistema de gestión de compras, al interior del laboratorio no hay un control de los documentos de solicitud de compras, aunque hay una verificación técnica por parte del líder sobre las cotizaciones del laboratorio.
- Revisión técnica y aprobación de las órdenes de compra	Se hace revisión técnica de los suministros y servicios solicitados antes de ser liberados.
4.6.4 Evaluación de los proveedores	Aunque al interior del laboratorio se hace una evaluación de los proveedores, esta no es formal ni hay registros o evidencias de dicha evaluación.
4.7 Servicios al cliente	
4.7.1 Cooperación a los clientes acerca del servicio prestado.	El laboratorio coopera con el cliente, permitiendo así realizar un seguimiento de desempeño del laboratorio con respecto a trabajos realizados.
4.7.2 Información de retorno • Utilización y análisis de la información de retorno.	El laboratorio no realiza encuestas de satisfacción u otro tipo de documento de parte del cliente acerca del servicio prestado, para analizar y mejorar estos servicios.
4.8. Quejas	
- Registro de quejas, investigaciones y acciones correctivas	No existe una política ni un procedimiento implementado para resolución de quejas recibidas por parte del cliente.
4.9 Control de Trabajos de Ensayos o de Calibraciones no conformes	
4.9.1 Política y procedimiento para trabajo no conforme	El laboratorio no tiene implementados los procedimientos para realizar cuando un trabajo de ensayo y/o calibración sea declarado no conforme.

REQUISITOS	DIAGNÓSTICO
a) Responsabilidades y autoridades para la gestión del trabajo no conforme	No hay un plan de acción definido y documentado, que se ejecute cuando se identifique un trabajo no conforme.
b) Evaluación de la importancia del trabajo no conforme	No se ha trazado un plan de acción en cuanto se identifica un trabajo no conforme.
c) Acción correctiva inmediata	No hay plan de acción correctiva para ejecutar inmediatamente al identificarse un trabajo no conforme.
d) Notificación al cliente y repetición del trabajo	Se notifica al cliente cuando hay un trabajo de ensayo y calibración no conforme, por lo tanto se procede a reiniciar la actividad, o si las condiciones lo piden, se anula este trabajo.
e) Responsabilidad para autorizar la continuación del trabajo	No hay un plan de acción definido para ejecutar cuando se identifique un trabajo no conforme.
4.9.2 Uso de los procedimientos de acciones correctivas dadas en 4.11	No están establecidos los procedimientos de acciones correctivas a ejecutar cuando se haya la posibilidad de que un trabajo no conforme vuelva a ocurrir.
4.10 Mejora	
Mejora continua de la eficacia del sistema de gestión	No se ha implementado el manual de calidad, o un sistema de gestión que contenga las políticas de calidad, objetivos de calidad, resultados de auditorías, análisis de datos, acciones correctivas y preventivas, para revisión y mejoramiento del laboratorio de instrumentación.
4.11 Acciones Correctivas	
4.11.1 Generalidades Política, procedimientos y designación de autoridades para implementar la acción correctiva	No se ha definido un plan o procedimientos de acciones correctivas para ejecutar cuando se haya identificado un trabajo no conforme.
4.11.2 Análisis de las causas, investigación para determinar las causas raíz del problema	Cuando aparece un trabajo no conforme, se realiza el análisis para determinar la causa del problema, sin embargo no se lleva un plan o procedimiento de acciones correctivas correspondientes a la magnitud del problema.
4.11.3 Selección e implementación de acciones correctivas	No están implementados los planes o procedimientos de acciones correctivas cuando se haya identificado una no conformidad.
- Acciones correctivas apropiadas para la magnitud y riesgo del problema	No hay procedimientos de acciones correctivas de acuerdo a la magnitud o riesgo del problema identificado como no conformidad.
- Documentación e implementación de cambios resultantes de la investigación de acciones correctivas.	No se tiene registros de ningún tipo de documentación frente a un posible cambio que resulte a posibles investigaciones de las acciones correctivas.

REQUISITOS	DIAGNÓSTICO
4.11.4 Seguimiento de las acciones correctivas	No hay un seguimiento de resultados para asegurar la eficacia de acciones correctivas.
4.11.5 Auditorías adicionales	No se realizan auditorías, puesto que no se cumple en su totalidad con la norma internacional ISO/IEC 17025.
4.12 Acciones preventivas	
4.12.1 Necesidades de mejoras y potenciales fuentes de no conformidades	No existen un seguimiento o plan de acción para identificar las mejoras necesarias y las potenciales fuentes de no conformidades.
- Planes de acción	No se ha implementado un plan de acción al identificar las mejoras necesarias para reducir la posibilidad de que vuelva a repetirse la no conformidad.
4.12.2 Procedimientos para acciones preventivas	Cuando hay potenciales no conformidades, se identifica la forma de solucionar el problema, pero no hay un plan de acción o procedimiento definido para reducir la ocurrencia de las potenciales fuentes de no conformidades.
4.13 Control de registros	
4.13.1 Generalidades	El laboratorio de Instrumentación no ha establecido procedimientos para la identificación, acceso, recopilación, codificación, archivo, almacenamiento, mantenimiento y disposición de registros técnicos.
4.13.1.1 Procedimientos para registros técnicos y de calidad	El laboratorio de Instrumentación no ha establecido procedimientos de almacenamiento, mantenimiento y disposición de registros técnicos y calidad.
4.13.1.2 Retención de registros de calidad	No se ha establecido un procedimiento para el registro, almacenamiento y conservación de registros de calidad y técnicos.
4.13.1.3 Seguridad y confidencialidad de los registros	No se ha definido un procedimiento de conservación de registros que sea seguro y confidencial.
4.13.1.4 Procedimientos para proteger y salvaguardar los registros electrónicos	No existen procedimientos o políticas de protección de los registros almacenados electrónicamente y que prevengan el acceso no autorizado o la modificación de dichos registros.
4.13.2 Registros técnicos	
4.13.2.1 Contenido del registro	El laboratorio no conserva registros de datos e información para establecer protocolos de control, registros de calibración, y registros de personal. Sin embargo, si se conserva informes de ensayos de calibración emitidos en las instalaciones de este mismo.

REQUISITOS	DIAGNÓSTICO
4.13.2.2 Observaciones, datos y cálculos	No se lleva un registro de datos obtenidos de los ensayos y las calibraciones realizadas dentro del laboratorio.
4.13.2.3 Corrección de errores	Se hacen correcciones de errores o modificaciones en registros de datos, pero no son supervisadas.
4.14 Auditorías Internas	
4.14.1 Periodicidad de acuerdo con una programación y un procedimiento predeterminado	El laboratorio no efectúa de acuerdo a un calendario o un procedimiento determinado, auditorías internas de sus actividades que verifique que sus operaciones cumplen los requisitos de la norma internacional NTC-ISO/IEC 17025.
- Alcance de la Auditoría	El laboratorio no realiza auditorías internas de sus actividades.
- Responsabilidades del gerente de calidad	Ausencia de dirección, o de personal responsable que planifique y organice las auditorías.
- Personal formado, calificado e independiente	Hay personal formado, calificado autorizado para realizar auditorías, sin embargo, estas no se realizan debido a que no se cumplen con los requisitos mínimos exigidos por la norma internacional NTC-ISO/IEC 17025.
4.14.2 Acción correctiva, notificación al cliente	El laboratorio no realiza auditorías internas de sus actividades, en consecuencia, no existe un plan o procedimiento de acciones correctivas.
4.14.3 Registros de la auditoría interna	El laboratorio no realiza auditorías internas de sus actividades, en consecuencia, no existen registros de actividades que hayan sido auditadas.
4.14.4 Actividades de seguimiento a la auditoría	El laboratorio no realiza auditorías internas de sus actividades.
4.15 Revisiones por la dirección	
4.15.1 La programación y el procedimiento predeterminados deben tomar en cuenta:	No implementado el manual de calidad diseñado al alcance de las actividades laboratorio, por lo tanto, no se efectúa una revisión de las actividades de ensayo y calibración, para realizar mejoras en estas.
• La adecuación de las políticas y procedimientos;	Ausencia de un sistema de gestión, por lo tanto, no existen políticas o procedimientos establecidos para efectuar su revisión.
• Los informes del personal directo y de supervisión;	Ausencia de personal directivo y de supervisor de las actividades de ensayo y/o calibración.
• Los resultados de las auditorías internas recientes;	No existe un procedimiento de auditorías internas que verifique que las operaciones se realicen con base a la norma internacional ISO/IEC 17025.

REQUISITOS	DIAGNÓSTICO
<ul style="list-style-type: none"> • Acciones correctivas y preventivas; 	No está definido el procedimiento de acciones correctivas y preventivas para las potenciales no conformidades.
<ul style="list-style-type: none"> • Evaluaciones por organismos externos; 	No existen políticas de evaluación por parte de organismos externos.
<ul style="list-style-type: none"> • Los resultados de comparaciones interlaboratorios o ensayos de aptitud; 	Ausencia de registros de comparaciones interlaboratorios o ensayos de aptitud.
<ul style="list-style-type: none"> • Cambios en el tipo y volumen de trabajo; 	No está definido plan de acción para cambios en tipo y volumen de trabajo.
<ul style="list-style-type: none"> • Retroalimentación de los clientes; 	No existen procedimientos para la revisión de pedidos, ofertas ni contratos con clientes.
<ul style="list-style-type: none"> • Quejas; 	Ausencia de políticas y procedimientos para la resolución de las quejas recibidas de los clientes o de otras partes.
<ul style="list-style-type: none"> • Recomendaciones para la mejora; 	Ausencia de un sistema de gestión, por consecuencia, no hay políticas de mejoramiento continuo de calidad.
<ul style="list-style-type: none"> • Otros factores relevantes como actividades de control de calidad, recursos y formación de personal 	No existen procedimientos de control de la calidad, manejos de los recursos y formación de personal.
4.15.2 Hallazgos	Ausencia de personal directivo y/o de supervisor de las actividades de ensayo y/o calibración, en consecuencia, no se realizan ningún tipo de registros.

Tabla 3. Lista de verificación de los requisitos relativos a la gestión.

3.2 LISTA DE VERIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS TÉCNICOS

5. REQUISITOS TÉCNICOS	
5.1 Generalidades	
5.1.2 Factores que contribuyen a la incertidumbre total	No está definida la incertidumbre total de la medición para desarrollar métodos propuestos de ensayo y calibración, puesto que no hay el personal capacitado para realizar la ecuación de la incertidumbre.
5.2 Personal	
5.2.1 Competencia del personal	No existe personal competente que se encargue de realizar de las actividades del laboratorio.

- Supervisión a personal en formación	No está definido el personal encargado de las actividades del laboratorio, en consecuencia, no es posible realizar una supervisión.
- Calificación del personal	No está definido el personal encargado de las actividades del laboratorio, así que no es posible realizar una evaluación de rendimiento.
5.2.2 Metas con respecto a la educación, formación y habilidades del personal	Ausencia de personal directivo y/o supervisor de las actividades de ensayo y/o calibración, el cual formule metas con respecto a la educación, formación y habilidades del personal del laboratorio.
- Política y procedimientos para identificar las necesidades de formación y proveer formación al personal	No existen políticas y/o procedimientos para identificar las necesidades de formación del personal y para proporcionarlas.
- Relación del programa de formación	No existe un programa de formación pertinente a las tareas presentes y futuras del laboratorio.
- Evaluación de la formación proporcionada	No existe un programa de formación pertinente a las tareas presentes y futuras del laboratorio, por lo tanto, no se realiza ninguna evaluación de ella.
5.2.3 Condiciones de empleo	Ausencia de personal empleado por el laboratorio, o bajo contrato del mismo.
- Supervisión del personal contratado y adicional	No se realiza supervisión de personal contratado.
5.2.4 Perfiles de los puestos	No están definidos los perfiles de los puestos de trabajo del personal directivo, técnico y de apoyo clave involucrado en los ensayos y/o las calibraciones.
5.2.5 Autorización de personal	No hay personal especializado, o encargado exclusivamente de las actividades del laboratorio como muestreo, ensayos y/o calibraciones.
- Registros del personal	No existen registros de autorizaciones pertinentes, de la competencia, del nivel de estudios, de las calificaciones profesionales, de la formación, de las habilidades y de la experiencia del personal técnico.
5.3 Instalaciones y condiciones ambientales	
5.3.1 Las instalaciones del laboratorio	Las instalaciones de ensayos y/o calibraciones del laboratorio, facilitan la realización correcta de los procedimientos de ensayo y calibración.
- Condiciones ambientales facilitadoras	Las condiciones ambientales no invalidan los resultados ni comprometen la calidad requerida de las mediciones.
- Requisitos técnicos para las instalaciones y las condiciones ambientales	No existe una documentación de los requisitos técnicos para las instalaciones y las condiciones ambientales que pueden afectar los resultados.
5.3.2 Seguimiento, control y registro de las condiciones ambientales	El laboratorio realiza su respectivo seguimiento, control y registro de condiciones ambientales.

- Interrupción de pruebas	No se realiza la interrupción de las pruebas de ensayo y calibración, cuando las condiciones ambientales no son las adecuadas.
5.3.3 Separación eficaz entre áreas vecinas	No hay una separación adecuada de áreas vecinas en las que se realicen actividades incompatibles.
5.3.4 Control de acceso y uso de áreas de trabajo	No existe un control de acceso y uso de las áreas trabajo que afectan la calidad de los ensayos y calibraciones.
5.3.5 Medidas de orden y limpieza	No hay procedimientos o medidas que aseguren el orden y la limpieza del laboratorio.
5.4 Métodos de ensayo y de calibración y validación de métodos	
5.4.1 Generalidades. - Uso de métodos y procedimientos apropiados	Existen guías que explican métodos y procedimientos pero no se han validado estos procedimientos.
- Instructivos sobre el uso y funcionamiento del equipo pertinente y sobre manipulación y preparación	Existen guías que contienen instrucciones de uso y manipulación de varios de los instrumentos y equipos para realizar las actividades de ensayo y calibración.
- Documentos actualizados y disponibles	Normas, manuales y datos referentes al laboratorio están debidamente actualizadas y disponibles, pero no se lleva un control de acceso a estas.
5.4.2 Selección de los métodos - Los métodos de ensayo y/o calibración cumplen con las necesidades del cliente	No está definido el método de calibración y ensayo apropiado y validado, incluido el muestreo que satisfaga las necesidades del cliente.
- Uso de la última edición de una norma	Se hace uso de la última edición de la norma internacional NTC ISO/IEC 17025, pero no se cumple la mayoría de requisitos.
- Selección del método cuando el cliente no lo especifica	No existe una política de selección del método de ensayo y/o calibración cuando el cliente no lo especifica.
- Método elegido por el laboratorio; debe ser informado al cliente.	No está definido el método por parte del laboratorio, debido a que no se realiza esta actividad bajo la norma internacional.
- Confirmación ejecución de método normalizado.	No existe un método normalizado aplicable antes de utilizarlo para ensayos y calibraciones.
- Notificación al cliente sobre métodos inapropiados o desactualizados	Siempre se socializa con el cliente sobre el método de calibración y /o ensayo apropiado. Cuando el método propuesto por el cliente se considera inapropiado o desactualizado, se le advierte sobre el no uso de este.
5.4.3 Métodos desarrollados por el laboratorio - Introducción de métodos desarrollados por el laboratorio	No hay personal calificado para la realización de métodos desarrollados por el laboratorio para su propio uso.

5.4.4 Métodos no normalizados - Acuerdo con el cliente	No están definidos los métodos no normalizados de ensayo y calibración en el laboratorio, y que hayan sido previamente validados.
- Validación antes de su utilización	No están definidos los métodos no normalizados de ensayo y calibración en el laboratorio, en consecuencia, no se posee ningún tipo de validación, ni prevalidación de estos como mínimo.
5.4.5 Validación de los métodos	
5.4.5.1 Validación para el uso previsto	No están definidos los métodos normalizados de ensayo y calibración en el laboratorio que hayan sido previamente validados.
5.4.5.2 Registros de validación	No se ha realizado la validación de métodos no normalizados empleados fuera del alcance previsto.
5.4.5.3 Gama y exactitud pertinentes a las necesidades de los clientes	No se emplean métodos validados, en consecuencia, no es posible obtener la gama y la exactitud de los valores que respondan a necesidades de clientes en el futuro.
5.4.6 Estimación de la incertidumbre de la medición	
5.4.6.1 Procedimiento para estimar la incertidumbre de la medición en laboratorios de calibración o laboratorios de ensayo que efectúa sus propias calibraciones	No hay personal capacitado por un ente rector en metrología que estime la incertidumbre de la medición.
5.4.6.2 Los laboratorios de ensayo deben tener y aplicar procedimientos para estimar la incertidumbre de la medición	No existe un procedimiento pertinente que estime la incertidumbre de la medición.
- Casos en que la naturaleza del método de ensayo puede impedir un cálculo riguroso metrológica y estadísticamente válido de la incertidumbre de la medición	No existe un procedimiento pertinente, ni el personal capacitado que estime la incertidumbre de la medición.
- Informe de resultados	No existe un procedimiento pertinente que estime la incertidumbre de la medición, por lo tanto, no se reportan informes de resultados.
5.4.6.3 Importancia de los componentes de la medición	No se ha estimado la incertidumbre de medición del laboratorio.
5.4.7 Control de los datos	
5.4.7.1 Cálculo y transferencia de datos	No existe un registro o verificación sistemática de cálculos y transferencia de datos.
5.4.7.2 Computadoras o equipos automáticos	

a) Validación y documentación del software	No existe suficiente documentación de softwares desarrollados por el usuario y tampoco están convenientemente validados.
b) Procedimientos para proteger los datos	No existen procedimientos implementados para protección de datos.
c) Mantenimiento de las computadoras y los equipos automatizados	Se hace el respectivo mantenimiento de los equipos automatizados, sin embargo, no se hace de manera periódica.
5.5 Equipos	
5.5.1 Muestras o materiales de muestreo, equipo de medición o ensayo requeridos	El laboratorio está dotado de equipos para el muestreo, la medición, y el ensayo, requerida para una ejecución válida de actividades de ensayos y/o calibraciones.
- Equipos fuera del control permanente del laboratorio	Equipos fuera de control no cumplen los requisitos de la norma NTC-ISO 17025.
5.5.2 Exactitud de los equipos	
- Programas de calibración	No se han establecido programas para la calibración de los instrumentos que eviten que los resultados de medición se vean afectados significativamente.
- Calibración del equipo antes de ser puesto en servicio	Los equipos utilizados para calibración están debidamente calibrados, responden temporalmente a las exigencias especificadas del laboratorio y cumplen a las especificaciones normalizadas pertinentes.
5.5.3 El equipo debe ser operado por personal autorizado	Los equipos no son operados por personal capacitado. Estos equipos son operados por personas que tienen un mínimo conocimiento acerca del manejo de estos.
- Instrucciones actualizadas sobre uso y mantenimiento	Las instrucciones de uso y mantenimiento están disponibles para ser utilizadas por personas relacionadas al laboratorio.
5.5.4 Forma única de identificación del equipo	Cada equipo y su software utilizado están unívocamente identificados.
5.5.5 Registros del equipos:	
a) Identificación del equipo y su software;	Cada equipo está debidamente identificado con su software correspondiente.
b) Nombre del fabricante, identificación del modelo y número de serie u otra identificación única;	Cada equipo contiene información detallada de fabricante, modelo, número de serie y otras características que lo identifican.
c) Verificación de que el equipo cumple con la especificación (5.5.2);	Los equipos utilizados para calibración están debidamente verificados, responden a las exigencias especificadas del laboratorio y cumplen a las especificaciones normalizadas pertinentes.
d) Ubicación actual, cuando corresponda;	Los equipos utilizados contienen datos de ubicación actual.

e) Las instrucciones del fabricante, si están disponibles, o referencia a su ubicación;	Los equipos utilizados en el laboratorio contienen instrucciones de fabricante.
f) fechas, resultados y copias de informes y certificados de todas las calibraciones, ajustes, criterios de aceptación, y la fecha prevista de la próxima calibración;	Los instrumentos y/o equipos utilizados en procedimientos de calibración y/o ensayos tienen documentación relacionada a fechas, resultados, certificados de calibración, criterios de aceptación.
g) El plan de mantenimiento, cuando corresponda, y mantenimiento realizado hasta la fecha;	Se realiza plan de mantenimiento periódico a los equipos e instrumentos utilizados en laboratorio.
h) Todo daño, mal funcionamiento, modificación o reparación del equipo.	Registros incluyen cuando hay equipos dañados, con mal funcionamiento y si están reparados.
5.5.6 Procedimientos para la manipulación segura, transporte, almacenamiento, uso y mantenimiento planificado	El laboratorio tiene procedimientos adecuados para el transporte, manipulación, almacenamiento, y mantenimiento, con el fin de asegurar el funcionamiento correcto.
5.5.7 Equipo defectuoso, manipulación inadecuada, sobrecargado o de resultados dudosos	Los equipos e instrumentos que tienen daños, o funcionamiento dudable, son puestos fuera de servicio.
- Aislamiento del equipo que está fuera de servicio	Los equipos que están fuera de servicio están debidamente aislados en una zona separada de los equipos disponibles para uso.
5.5.8 Indicación del estado de calibración	Existen equipos que tienen identificación de fechas o estado de calibración, sin embargo, estos no han vuelto a ser sometidos a una nueva calibración.
5.5.9 Revisar el equipo que salga fuera del control directo del laboratorio	Hay un almacén con personal autorizado para manipular y hacer mantenimiento a los equipos, que verifican el estado del equipo.
5.5.10 Comprobaciones intermedias	Se efectúa el proceso de verificación intermedia para mantener la confianza en el estado de calibración de los equipos.
5.5.11 Factores de corrección	Se realizan procedimientos para actualizar los equipos con su software correspondiente.
5.5.12 Protección contra ajustes	Los equipos son protegidos por personal autorizado, para evitar ser manipulados por terceros.
5.6 Trazabilidad de las mediciones	
5.6.1 Generalidades	Todos los equipos utilizados en ensayos y/o calibraciones son calibrados antes de ser puesto en servicio, sin embargo, el laboratorio no establece programas, procedimientos para calibración de los equipos.
- Calibración del equipo antes de ser puesto en servicio	

- Programa y procedimiento establecido para la calibración de los equipos	No existe un programa específico o un procedimiento para calibración de equipos.
5.6.2.1 Calibración	
5.6.2.1.1 Laboratorios de Calibración: trazabilidad al Sistema Internacional de Unidades (SI)	No existe un programa de calibración de los equipos diseñado de manera que se asegure que las calibraciones y mediciones sean trazables al sistema internacional de unidades.
- Servicios de calibración externos	No se utilizan servicios de calibración externos.
- Contenido de los certificados de calibración	No existe un registro de certificados de calibración emitidos por laboratorios externos.
5.6.2.1.2 Calibraciones que actualmente no pueden ser realizadas estrictamente en unidades del SI	
- uso de materiales de referencia certificados	Se hace uso de patrones de referencia con el fin de caracterizar físicamente instrumentos de manera confiable.
- uso de métodos especificados y/o normas de consenso	No se reporta uso de métodos especificados o normas consensuadas, descritos y acordados por todas las partes.
- Participación en un programa de comparaciones interlaboratorios.	No existe algún registro de participación en programas adecuados de comparaciones interlaboratorios.
5.6.2.2 Ensayos	
5.6.2.2.1 Los requisitos dados en 5.6.2.1 se aplican para el equipo utilizado de medición	Los equipos del laboratorio están en su mayoría calibrados, sin embargo no se lleva un programa de calibración periódica.
5.6.2.2.2 Cuando la trazabilidad de las mediciones a las unidades del SI no es posible y/o pertinente	No se cumplen en totalidad los requisitos de trazabilidad.
5.6.3 Patrones de referencia y materiales de referencia	
5.6.3.1 Patrones de Referencia	No existe un programa o procedimiento de para calibración de patrones de referencia utilizados en el laboratorio.
- Programa y procedimiento para la calibración de los patrones de referencia	
- Trazabilidad de los patrones de referencia	El laboratorio de instrumentación no cuenta con un programa o procedimiento de calibración de sus patrones de referencia.
- Únicamente para calibración	Algunos equipos dentro del laboratorio, como el horno de metrología se usan como patrón de referencia.
- Calibración antes y después de cualquier ajuste	No existe un registro de calibraciones realizadas antes y después de cualquier ajuste.

5.6.3.2 Materiales de referencia	de	No se ha establecido la trazabilidad de los materiales de referencia a las unidades de medida SI o a materiales de referencia certificados.
Trazables a las unidades de medición del SI o a materiales de referencia certificados		
5.6.3.3 Verificaciones intermedias, programas y procedimientos definidos	y	No existen procedimientos o programación definidos para llevar a cabo las verificaciones necesarias para mantener la confianza en estado de calibración de los patrones de referencia.
5.6.3.4 Transporte y almacenamiento	y	No existen procedimientos para manipulación segura, transporte, almacenamiento, y uso de patrones y materiales de referencia con el fin de preservar su integridad.
Procedimientos para la manipulación segura, transporte, almacenamiento y uso de los patrones de referencia y de materiales de referencia		
5.7 Muestreo		
5.7.1 Plan y procedimientos para el muestreo		No está definido el procedimiento o plan para el muestreo cuando se efectúe muestreo de materiales que luego ensaye o calibre.
• Disponibilidad del plan de muestreo y del procedimiento de muestreo en el sitio donde se realiza		El lugar para realizar el muestreo está definido por el laboratorio pero no hay un plan establecido para esta actividad.
• Métodos estadísticos apropiados		No hay planes de muestreo que estén basados en planes estadísticos apropiados.
5.7.2 Desviaciones, adiciones o exclusiones del procedimiento de muestreo		No existe un plan de registros de desviaciones, o exclusiones en el muestreo de datos resultantes en las actividades de ensayo o calibración pedidas por clientes.
5.7.3 Procedimientos para registro de datos y operaciones del muestreo		No existe un procedimiento para registrar datos y las operaciones relacionados con el muestreo que forma parte de los ensayos y calibraciones que se llevan a cabo.
5.8 Manipulación de los ítems de ensayo o de calibración		
5.8.1 Procedimientos para el transporte, recepción, manipulación, protección, almacenamiento, conservación o disposición final de los ítems de ensayo o de calibración		No existen procedimientos para el transporte, la recepción, la manipulación, la protección, el almacenamiento, la conservación y/o disposición final de los instrumentos de ensayo y calibración.
5.8.2 Sistema para identificar los ítems de ensayo o calibración		Ausencia de un sistema para la identificación de elementos o instrumentos de ensayo y/o calibración.

5.8.3 Registro de anomalías o desvíos de las condiciones normales o especificadas en el momento de la recepción	No existen registros de anomalías o desvíos de las condiciones normales o especificadas de ítems de calibración y/o ensayo.
5.8.4 Procedimientos e instalaciones apropiadas para evitar deterioro, pérdida o daño del ítem de ensayo o calibración	No hay instalaciones apropiadas para evitar el deterioro, la pérdida, o el daño del ítem de ensayo o de calibración durante el almacenamiento, manipulación y preparación.
- Mantenimiento, seguimiento y registro de las condiciones ambientales del almacenamiento	No se realiza constante revisión, mantenimiento, y registro de las condiciones de las instalaciones apropiadas para evitar el deterioro, la pérdida, o el daño del ítem de ensayo o de calibración durante el almacenamiento, manipulación y preparación.
- Condiciones del almacenamiento	No hay procedimientos e instalaciones apropiadas para evitar el deterioro, la pérdida, o el daño de instrumentos para ensayo o de calibración durante el almacenamiento, manipulación y preparación.
- Disposiciones de seguridad	El laboratorio tiene disposiciones para el mantenimiento y la seguridad de los elementos de ensayo y calibración.
5.9 Aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayo y de calibración	
5.9.1 Procedimientos de control de calidad	No existen procedimientos de control de la calidad para realizar seguimiento de la validez de los ensayos y calibraciones llevados a cabo dentro del laboratorio.
- Detección de tendencias y aplicación de técnicas estadísticas	No hay un registro de datos resultantes para detectar tendencias, y aplicar técnicas estadísticas para la revisión de resultados.
- Actividades para realizar el seguimiento:	No existe un seguimiento planificado y revisado de control de calidad.
a) uso regular de materiales de referencia certificados o control de calidad interno utilizando materiales de referencia secundarios.	Se hace uso de patrones de referencia basados en organismos nacionales y regionales de metrología. No se realiza control de calidad internos.
b) participación en comparaciones interlaboratorios o programas de ensayos de aptitud.	El laboratorio no ha sido parte de comparaciones interlaboratorios o programas de ensayos de aptitud.
c) repetición de ensayos o calibraciones utilizando el mismo o diferentes métodos;	Se realizan métodos de calibración y ensayos como metodología académica, pero no son métodos debidamente establecidos por el mismo laboratorio, sino en base de fuentes externas.
d) repetición del ensayo o de la calibración de los objetos retenidos.	No se realiza repetición de ensayo y/o calibración de objetos retenidos.
e) correlación de resultados para diferentes características de un ítem.	No hay correlación de resultados para diferentes características de un ítem.

5.9.2 Análisis de los datos de control de calidad.	No existen procedimientos de control de calidad para realizar el seguimiento de la validez de los ensayos y calibración llevados a cabo.
5.10 Informe de Resultados	
5.10.1 Generalidades	Se elaboran informes de los resultados de ensayos y/o calibraciones efectuadas cuando hay prácticas o trabajos de temperatura, pero en el laboratorio, en general, no se realizan informes o certificados en la mayoría de actividades que se realizan en el laboratorio.
- Resultados informados en forma exacta, clara, no ambigua y objetiva, de acuerdo con los métodos.	
- Los informes incluyen toda la información requerida por el cliente, la necesaria para la interpretación de los resultados y toda la información requerida por el método utilizado.	Los informes presentados en la variable temperatura del laboratorio de Instrumentación, se realizan informes de forma detallada, para realizar una buena interpretación de resultados, aunque no habla mucho del método utilizado.
- Informes simplificados para clientes internos o por un acuerdo escrito con el cliente.	En los informes presentados en la variable temperatura del laboratorio de Instrumentación, se realizan informes de forma simplificada que generalmente contiene información necesaria para los clientes internos.
- Disponibilidad de la información detallada en 5.10.2, 5.10.3 y 5.10.4	
5.10.2 Informes de ensayos y certificados de calibración.	El informe de ensayo o calibración expedido en el laboratorio, en la variable de temperatura, no incluye información pedida en varios ítems dados en este punto.
a) un título (por ejemplo "Informe de ensayo" o "Certificado de Calibración").	Los informes generalmente contienen títulos.
b) el nombre y la dirección del laboratorio y el lugar donde se realizaron los ensayos o las calibraciones, si es diferente de la dirección del laboratorio;	Los informes contienen el nombre del lugar donde se encuentra el laboratorio, que es la Universidad Pontificia Bolivariana.
c) identificación única del informe de ensayo o del certificado de calibración (tal como el número de serie) y en cada página una identificación para asegurar que la página es reconocida como parte del informe de ensayo o del certificado de calibración, y una clara identificación del final del informe de ensayo o del certificado de calibración;	Los informes tienen identificación única, y sus contenidos soportan la información necesaria en estos documentos.
d) nombre y dirección del cliente;	Los informes generalmente solo tienen el nombre de clientes, ya que han sido generalmente internos.

e) identificación del método utilizado;	Se especifica en los informes el método utilizado en el servicio dado.
f) una descripción, la condición y una identificación no ambigua del o de los ítems ensayados o calibrados;	Se hacen descripciones breves y concisas de los instrumentos usados para el ensayo y/o calibración.
g) la fecha de recepción del o de los ítems sometidos al ensayo o calibración, cuando ésta sea esencial para la validez y aplicación de los resultados, y la fecha de ejecución del ensayo o calibración;	Los informes contienen fecha de ejecución de ejecución de la calibración y/o ensayo.
h) referencia al plan y los procedimientos de muestreo utilizados por el laboratorio u otros organismos, cuando éstos sean pertinentes para la validez o aplicación de los resultados;	Los procedimientos de calibración están basados por fuentes externas, no son definidos propiamente por el laboratorio.
i) Los resultados de ensayos o calibraciones con sus unidades de medida, cuando corresponda;	Los resultados de las calibraciones están dados numéricamente con sus respectivas unidades de medida.
j) el o los nombres, funciones y firmas o identificación equivalente de la o las personas que autorizan el informe de ensayo o certificado de calibración;	Los informes no tienen la firma de alguna persona que autorice la realización de estas actividades.
k) cuando corresponda, una declaración de que los resultados sólo están relacionados con los ítems ensayados o calibrados.	No se realizan declaraciones acerca de los resultados.
5.10.3 Informes de Ensayos	
5.10.3.1 Informes de Ensayos, requisitos adicionales:	
a) desviaciones, adiciones o exclusiones del método de ensayo, e información sobre las condiciones de ensayo específicas, tales como condiciones ambientales;	No se especifica información como desviaciones, sin embargo, se muestra información como las condiciones de ensayo, condiciones del lugar, quienes realizaron las actividades de ensayo.
b) cuando corresponda, una declaración sobre el cumplimiento o no cumplimiento con los requisitos o las especificaciones;	No se hace ningún tipo de declaración acerca del cumplimiento de las especificaciones del ensayo.

c) cuando sea aplicable, una declaración sobre incertidumbre de medición estimada; la información sobre la incertidumbre es necesaria en los informes de ensayo cuando sea pertinente para la validez o aplicación de los resultados de los ensayos, cuando así lo requieran las instrucciones del cliente, o cuando la incertidumbre afecte el cumplimiento de los límites de una especificación.	No se realiza ninguna declaración acerca de la incertidumbre de medición, debido a que este cálculo aún no ha sido realizado, ya que no hay el personal capacitado para realizar esta medición.
d) opiniones e interpretaciones cuando sea apropiado y necesario (véase 5.10.5);	No se realizan opiniones y/o interpretaciones de los resultados, únicamente, se muestran los resultados dados numéricamente.
e) información adicional que pueda ser requerida por métodos específicos, clientes o grupos de clientes.	No se realiza ningún tipo de información adicional, a no ser que el cliente lo pida, pero este debe especificar qué tipo de información requiere para complementar.
5.10.3.2 Los informes de ensayo que contengan resultados de muestreo deben incluir además lo siguiente:	
a) fecha del muestreo;	Los informes muestran una fecha de realización de la actividad.
b) identificación inequívoca de la sustancia, material, producto muestreado (incluido el nombre del fabricante, el modelo o tipo de designación y números de serie según corresponda);	Se muestra en los informes la identificación de los elementos usados durante el procedimiento de muestreo, ensayo y/o calibración, pero no muestra información como el nombre del fabricante, el modelo o tipo de designación y números de serie según corresponda de los instrumentos utilizados.
c) el lugar del muestreo, incluyendo cualquier diagrama, croquis o fotografía;	Siempre se identifica el lugar donde se realizó la actividad.
d) referencia al plan y procedimientos de muestreo utilizados;	No se referencia acerca de los procedimientos realizados.
e) detalles de las condiciones ambientales durante el muestreo;	Se detalla las condiciones ambientales del laboratorio donde se realiza la actividad.
f) cualquier norma o especificación sobre el método o procedimiento de muestreo, y las desviaciones, adiciones o exclusiones de la especificación concerniente.	No se incluye información sobre el método o procedimiento de muestreo, y las desviaciones, adiciones o exclusiones de la especificación concerniente.
5.10.4 Certificados de calibración	
5.10.4.1 Requisitos adicionales para los certificados de calibración:	

a) las condiciones (por ejemplo, ambientales) bajo las cuales fueron realizadas las calibraciones	Los informes muestran las condiciones ambientales del lugar y las condiciones de los equipos si es necesario.
b) la incertidumbre de medición o una declaración de cumplimiento con una especificación metrológica identificada	No se da información acerca de la incertidumbre de la medición, debido a que no ha sido calculado. No hay el personal calificado y capacitado para realizar la medición de la incertidumbre de la medición.
c) evidencia de que las mediciones son trazables (véase Nota 2 en 5.6.2.1.1).	No se describe ninguna evidencia acerca de la trazabilidad de las mediciones.
5.10.4.2 Declaraciones de cumplimiento	No se realizan certificados de calibración, puesto que se debe realizar un certificado de cumplimiento y dentro de este se debe mostrar el valor de la incertidumbre de la medición.
5.10.4.3 Resultados de calibración antes y después del ajuste o reparación	Los informes no contienen información acerca de los resultados de calibración antes y después del ajuste o reparación
5.10.4.4 Recomendación respecto al intervalo de calibración	No se realizan certificados de calibración, el laboratorio no está acreditado para emitir este tipo de documentos.
5.10.5 Opiniones e interpretaciones	En los informes no se identifican opiniones y/o interpretaciones en los informes. Esta información generalmente se socializa con el cliente.
5.10.6 Resultados de ensayo y calibración obtenidos de subcontratistas	No existen subcontratistas que realicen los procedimientos de ensayo y/o calibración en el laboratorio de instrumentación.
• Claramente identificados	
• Certificado del subcontratista emitido al laboratorio contratante	No se utilizan subcontratistas para realizar las actividades de ensayo y/o calibración, por lo tanto no es posible realizar ningún tipo de certificación.
5.10.7 Transmisión electrónica de los resultados	No transmitan resultados de ensayo y/o calibración por teléfono, télex, o cualquier otro medio electrónico o electromagnético.
5.10.8 Presentación de los informes y de los certificados	Se detalla la forma de presentar los informes de ensayo y/o calibración, de acuerdo a los datos emitidos como resultados.
5.10.9 Modificaciones a los informes de ensayo y a los certificados de calibración	No se realizan correcciones de informes de ensayo de acuerdo a esta norma internacional.

Tabla 4. Lista de verificación de los requisitos técnicos.

3.3 EVALUACIÓN GENERAL DE LOS HALLAZGOS Y DIAGNOSTICO

De acuerdo a los diagnósticos realizados en los numerales 3.1 y 3.2, se puede concluir que:

- Existen muchas no conformidades, que desde luego, se derivan del no cumplimiento de la mayoría de requisitos relativos a la gestión.
- El laboratorio de instrumentación no cuenta con un sistema de gestión o manual de calidad diseñado al alcance de sus actividades, donde estén definidas las funciones y responsabilidades de la dirección técnica, responsable de la calidad, del responsable de las actividades dentro de este, y que además, contenga los procedimientos técnicos realizados dentro de este mismo.
- La alta dirección no tiene responsabilidad, ni relación en cuanto al cumplimiento de la norma internacional ISO/IEC 17025:2005, no muestra compromiso con el desarrollo y la implementación del sistema de gestión o el manual de calidad.
- No existe el personal clave, encargado exclusivamente de las actividades de ensayo y calibración, que esté capacitado para realizar la ecuación de la incertidumbre de medida en el área de temperatura. Hay un líder encargado de las actividades del laboratorio, sin embargo no es el personal dedicado que pueda encargarse en las actividades de ensayo y/o calibración, y por ende, quien sea el que vele por el cumplimiento de los requisitos de la norma internacional NTC ISO/IEC 17025.
- El laboratorio realiza actividades de las diferentes variables primarias y secundarias que se manejan en los procesos industriales, en el mismo espacio, lo que incide en el resultado de las mediciones, puesto que no hay una separación idónea del espacio de trabajo de cada variable.
- Los métodos de calibración y/o ensayo no han sido debidamente validados o pre validados por un organismo o ente rector en el área de metrología.

3.4 PLAN DE MEJORAMIENTO PROPUESTO

De acuerdo a cada ítem que presenta una no conformidad se ha realizado un plan de mejoramiento el cual explica de forma general la acción correctiva a llevar a cabo. A continuación se muestra el plan de mejoramiento mostrado en la siguiente tabla.

REQUISITOS	PLAN DE MEJORAMIENTO
4. REQUISITOS RELATIVOS A LA GESTIÓN	
4.1 Organización	<p>Se debe implementar un manual de calidad acorde a las necesidades del laboratorio, que cubra el trabajo realizado dentro y fuera de las instalaciones de este, y que contenga la documentación de políticas, sistemas, programas, procedimientos e instrucciones que aseguren la calidad de resultados de ensayos y calibraciones.</p> <p>Se debe definir el personal directivo y personal clave para desempeñar tareas como implementación, mantenimiento, mejora del manual de calidad del laboratorio, y la supervisión de las actividades realizadas dentro del laboratorio.</p> <p>Capacitar o contratar personal clave competente que cumpla la norma internacional NTC-ISO/IEC 17025, para encargarse de las actividades de calibración y ensayo, que sea independiente de cualquier otra actividad externa al laboratorio.</p>
4.2 Sistemas de Gestión	<p>Actualmente existe un sistema de gestión de calidad para la Universidad en general. De acuerdo a lo anterior, se debe realizar un manual de calidad apropiado al alcance de las actividades del laboratorio, con personal clave competente que revise, e implemente la documentación del sistema. La alta dirección debe comprometerse en el desarrollo de las actividades de acuerdo al manual de calidad implementado.</p>
4.3 Control de los Documentos	<p>Establecer políticas el control de todos los documentos que forman parte de un sistema de calidad que deben estar descritos dentro del manual de calidad.</p>
4.4 Revisión de los Pedidos, Ofertas y Contratos	<p>Implementar un procedimiento para revisión de pedidos, ofertas y contratos, en donde se describa los requisitos, métodos a utilizar, en la realización de un ensayo y/o calibración.</p>

4.5 Subcontratación de Ensayos y de Calibraciones	Se deben implementar políticas de selección de subcontratistas competentes para trabajos de ensayo y calibración, en caso de que sea necesario requerirlos.
4.6 Compras de Servicios y de Suministros	Se deben implementar políticas de selección, compra, selección y almacenamiento de suministros que puedan afectar positivamente la calidad de los ensayos y calibraciones para el laboratorio de instrumentación.
	Se deben implementar procedimientos de inspección, verificación de los suministros o materiales adquiridos que cumplan especificaciones normalizadas o requisitos definidos en los métodos relativos a los ensayos y/o calibraciones.
4.7 Servicios al cliente	El laboratorio debe cooperar con el cliente acerca de los métodos a utilizar, realizando un seguimiento de desempeño con respecto a trabajos realizados.
	El laboratorio debe requerir información de retorno sea positiva o negativa de parte de clientes, para la mejora de los servicios prestados o trabajos realizados.
4.8. Quejas	Se debe diseñar un plan de acción para resolución de quejas recibidas por parte del cliente.
4.9 Control de Trabajos de Ensayos o de Calibraciones no conformes	Se deben implementar procedimientos para ejecutar de manera inmediata cuando cualquier aspecto de trabajo de ensayo y/o calibración sea declarado no conforme, definir un plan de acción documentado, que se ejecute cuando se identifique un trabajo no conforme.
4.10 Mejora	Se debe diseñar el manual de calidad del laboratorio, y por ende un plan de mejoramiento de este mismo, que asegure la calidad de las actividades realizadas dentro de este mismo.
4.11 Acciones Correctivas	Definir un plan o procedimientos de acciones correctivas para ejecutar cuando se haya identificado un trabajo no conforme, además, se debe llevar a cabo el seguimiento de resultados para asegurar la eficacia de estas acciones.
4.12 Acciones preventivas	Debe realizarse un seguimiento o plan de acción para identificar las mejoras necesarias y las potenciales fuentes de no conformidades.
	Se debe implementar un plan de acción al identificar las mejoras necesarias para reducir la posibilidad de que vuelva a darse la falla o la no conformidad.

4.13 Control de Registros	Se debe realizar y documentar los procedimientos para la identificación, acceso, recopilación, codificación, archivo, almacenamiento, mantenimiento y disposición de registros técnicos.
	Implementar procedimientos para proteger y salvaguardar registros almacenados electrónicamente y para prevenir el acceso autorizado o la modificación de dichos registros, de manera segura y confidencial.
	Se debe diseñar los registros de datos e información para establecer protocolos de control, registros de calibración y registros de personal.
4.14 Auditorías Internas	El laboratorio debe efectuar de acuerdo a un calendario o un procedimiento determinado, auditorías internas de sus actividades que demuestre el cumplimiento de la norma internacional. Para esto, se debe corregir no conformidades identificadas dentro de este, e implementar el manual de calidad.
4.15 Revisiones por la dirección	La alta dirección debe mostrar compromiso con la implementación y/o mantenimiento del manual de calidad, evaluando el desempeño, eficacia, eficiencia y el continuo mejoramiento con respecto a las actividades realizadas dentro y fuera del laboratorio.
5. REQUISITOS TÉCNICOS	
5.1 Generalidades	Establecer métodos de cálculo de incertidumbre para definir todos los factores que contribuyen a la precisión y la exactitud de las medidas hechas en el laboratorio.
5.2 Personal	Definir los perfiles de los puestos de trabajo, para luego seleccionar el personal directivo y técnico del laboratorio.
5.4 Métodos de ensayo y de calibración y de validación de métodos	Actualizar la documentación correspondiente al trabajo del laboratorio.
	Establecer un método de ensayo y calibración referenciando una guía técnica de calibración de instrumentos para la medición de temperatura. Establecer una base datos propios del módulo para la recopilación de información de calibraciones, ensayos y software adquirido por el mismo.
5.5 Equipos	Crear un programa de calibración periódica para cada uno de los instrumentos utilizados en las calibraciones y/o ensayos. Establecer un registro de certificados de calibración de los equipos utilizados en el laboratorio.

5.6 Trazabilidad de las mediciones	Realizar una selección de patrones de referencia y un programa de calibración en donde se involucren comparaciones interlaboratorios.
	Establecer un programa de calibración y ajuste de los equipos utilizados en el laboratorio, dichas calibraciones deben realizarse con entes externos acreditados. Los certificados de calibración deben estar en la base de datos del módulo.
5.7 Muestreo	Definir un plan de muestreo y una base de datos para recopilar información como desviaciones, adiciones o exclusiones del procedimiento de muestreo.
5.8 Manipulación de los ítems de ensayo o de calibración	Establecer un manual de manipulación y transporte de los instrumentos presentes en el laboratorio.
	Crear una base de datos donde se registre anomalías o desvíos de las condiciones normales o especificadas de los ítems de calibración.
	Elaborar una zona de almacenamiento para los instrumentos y patrones de calibración del laboratorio.
5.9 Aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayo y de calibración	Determinar los procedimientos de control de la calidad. Crear una base de datos donde se registre los resultados de las calibraciones y ensayos para poder detectar tendencias realizando técnicas estadísticas.
5.10 Informe de Resultados	Realizar un formato especial para cada tipo de instrumento a calibrar donde se especifiquen la incertidumbre del instrumento, el método de muestreo, desviaciones, adiciones y evidencias de la trazabilidad en la medición. Establecer un personal a cargo del análisis y estimación de la incertidumbre

Tabla 5. Plan de mejoramiento.

RECOMENDACIONES.

Para la realización de prácticas dentro del laboratorio de instrumentación, se debe contar con elementos de seguridad básicos como bata, gafas de seguridad y guantes.

Los instrumentos de calibración y verificación de temperatura, solamente pueden ser usados por el personal capacitado del laboratorio, debido al manejo adecuado que esto necesita para realizar ensayos y calibraciones.

Se recomienda no utilizar ningún tipo de extensión o enchufe adaptador ya que se pueden presentar deficiencias en el equipo y ocasionar accidentes.

Si en el transcurso de la práctica se produce alguna fluctuación en el suministro de la red eléctrica se recomienda apagar el baño seco inmediatamente y esperar algunos minutos hasta que la alimentación se haya estabilizado. Si el instrumento llega a presentar deficiencias en su funcionamiento, apáguelo y realice un mantenimiento al equipo. El mantenimiento del equipo deberá realizarse periódicamente por medio de la verificación del comportamiento del bloque seco y las constantes establecidas en la carta metrológica del mismo; si el horno presenta una desviación demasiado grande en la generación de temperatura y visualización de medida, se recomienda enviar el equipo a la entidad principal de la empresa FLUKE para que le realicen un ajuste o la calibración.

Antes de realizar las pruebas es recomendable dejar un espacio suficiente para permitir la inserción y el retiro de las sondas en forma segura y rápida. Si el equipo no se ha activado por más de 10 días se aconseja activar el instrumento en un periodo de 'secado' de 2 horas para que se pueda cumplir con los requisitos de seguridad de la norma IEC 1010-2.

Para la manipulación de los insertos del bloque seco se recomienda utilizar guantes de látex con el fin de evitar la corrosión del material del inserto ya que si se manipula con las manos descubiertas les pueden suministrar suciedad por medio del sudor y la grasa que se produce en la piel, generando la disminución de su vida útil.

Para la inmersión o retiro de las sondas e insertos, el horno del bloque seco debe estar a una temperatura inferior a 50°C ya que la sonda y el bloque metálico se expande a velocidades diferentes por tanto la expansión de la sonda se debe realizar dentro del horno, de lo contrario la sonda se puede atascar y presentar deficiencias de funcionamiento.

Se recomienda no dejar los insertos por periodos prolongados de temperatura ya que se puede debilitar el material del mismo.

Para realizar pruebas con la cámara termográfica se deben conocer las condiciones del objeto que se quiere medir, ya que si no se le conoce las condiciones térmicas de materiales reflectantes los mismos pueden causar quemaduras al operante del equipo debido a que los mismos producen mediciones de temperatura menores a las reales.

Por ningún motivo o circunstancia se debe limpiar el lente de la cámara térmica (IR) ya que al realizar ese tipo de limpieza se pueden presentar un debilitamiento o desgaste del material del lente presentándose una disminución en el funcionamiento de medida de la cámara.

Para la calibración y verificación de sensores de temperatura se recomienda utilizar como elementos de referencia un sensor de mayor jerarquía o primarios con el fin de que el mismo tenga unas características metrológicas 4 veces superior al que se va a evaluar.

Si las calibraciones y verificaciones de sensores se realizan en gran cantidad y frecuencia se recomienda utilizar como elemento referencia dos tipos de sensores, uno como instrumento primario con características metrológicas de gran exactitud, las cuales se utilizarían para la calibración de sensores de menor jerarquía (Secundarios); y otro como instrumento secundario el cual tendría una características metrológicas inferiores en comparación al primario pero con el cual se calibrarían y verificarían los sensores a evaluar.

Para la realización de la prueba axial en el horno de bloque seco se recomienda utilizar las pinzas de la base universal precisando con ellas la altura exacta de la sonda de medida del sensor de temperatura.

CONCLUSIONES

La motivación de implementar un sistema de aseguramiento de la calidad al interior del laboratorio de instrumentación es inicialmente académica, buscando acercar a los estudiantes a la realidad de su profesión en el entorno industrial; sin llegar a necesariamente acreditar el laboratorio.

La alta dirección de la facultad de ingeniería electrónica de la Universidad Pontificia Bolivariana, debe reconocer la necesidad de implementar un sistema de gestión, o como mínimo, un manual de calidad para el laboratorio de instrumentación, porque mejora la imagen y la calidad de prácticas y servicios ofrecidos por laboratorio, y aumenta la confianza entre sus estudiantes, puesto que estarán inmersos en un ambiente muy similar a la industria en el campo laboral.

La creación del manual de calidad para el laboratorio, trae consigo una optimización de la gestión de calidad, mejor desempeño de personal en las actividades dentro del laboratorio, la veracidad y confiabilidad en los resultados, además facilita la posibilidad en el futuro de cumplir a cabalidad los requerimientos establecidos por la Norma NTC-ISO/IEC 17025 y así ser aptos para la evaluación por parte de organismos nacionales de acreditación.

El lograr en un futuro una acreditación por parte del módulo de temperatura, es un avance significativo para la Universidad Pontificia Bolivariana, debido a que esto demuestra que la calidad es una de las mayores cualidades presentes.

El aseguramiento metrológico del módulo de temperatura es primordial, debido a que la medida de la variable conlleva al uso de normas, permitiéndole un mayor acercamiento a los estudiantes tanto de pregrado como posgrado a su realidad profesional.

Con la prestación de servicios internos y externos en los ejercicios académicos de medición de la variable temperatura se pudo evaluar el alto impacto de dicha variable en el aseguramiento de la calidad de los procesos industriales de la región.

BIBLIOGRAFÍA

- [1][2][19][20] VOCABULARIO INTERNACIONAL DE METROLOGÍA CONCEPTOS FUNDAMENTALES Y GENERALES, Y TÉRMINOS ASOCIADOS, [En línea]
<http://www.cem.es/sites/default/files/vim-cem-2012web.pdf> [19 de Septiembre del 2014]
- [4] METROLOGIA LEGAL, [En línea] <http://www.sic.gov.co/drupal/metrologia-legal>
[2014-09-08] [19 de Setiembre del 2014]
- [5] METROLOGIA INDUSTRIAL, [En línea] <http://www.icontec.org/index.php/es/inicio/clasificacion-metrologia> [5 de octubre del 2014]
- [3] METROLOGÍA, CONCEPTOS Y MEDICIONES, Universidad Santiago de Cali,
<http://www.usc.edu.co/laboratorios/files/METROLOGIA%20CONCEPTOS%20Y%20MEDICIONES.pdf> [5 de octubre del 2014]
- [6] INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGÍA, [En línea]: <http://www.inm.gov.co/es> [17 de octubre del 2014]
- [7] SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO, [En línea]:
<http://www.sic.gov.co/drupal/informacion-institucional> [17 de octubre del 2014]
- [9] OFICINA INTERNACIONAL DE PESOS Y MEDIDAS BIPM, [En línea]:
<http://www.bipm.org/en/about-us/role.html> [7 de noviembre del 2014]
- [8] ICONTEC, [En línea]: <http://www.icontec.org/index.php/es/nuestra-compania/nuestra-compania>
[7 de noviembre del 2014]
- [10] COMITÉ INTERNACIONAL DE PESOS Y MEDIDAS, SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGIA, [En línea]: <http://www.metrologia.cl/link.cgi/Metrologia/315> [7 de noviembre del 2014]
- [11] [13] INSTRUMENTACIÓN Y METROLOGÍA, Universidad de Sonora, división de Ingeniería,
[En línea]: <http://www.industrial.uson.mx/module/archivos/notas> [7 de noviembre del 2014]
- [12] INSTRUMENTACIÓN Y METROLOGÍA, Universidad de Sonora, división de Ingeniería,
http://www.industrial.uson.mx/module/archivos/notas_metrologia.pdf [17 de octubre del 2014]
- [14] ¿QUE ES LA INCERTIDUMBRE EN LA MEDICIÓN? [En Línea]:
http://www.celsiusmetrologia.com/index.php?option=com_content&view=article&id=26:i-que-es-la-incertidumbre-de-una-medicion&catid=13:noticias&Itemid=40 [30 de enero del 2015]
- [15] [16] CALIBRACIÓN, VERIFICACIÓN Y AJUSTE [en línea]
http://www.metrologia.com.ve/sitio/index.php?option=com_content&view=article&id=69:calibracion-verificacion-y-ajuste&catid=39:conceptos&Itemid=73 [31 de enero del 2015]
- [17] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Metrología. Guía para la calibración de patrones de medida. Bogotá: ICONTEC, 2008. 83p. : il. (GTC60)
- [18] TRAZABILIDAD, [en línea] <http://www.metris.com.ar/trazabilidad.htm> [31 de enero del 2015]

- [21] NORMALIZACIÓN [en línea]
<http://www.icontec.org.co/index.php?section=37> [2013-05-04]
- [22] ESTANDARIZACIÓN [en línea]
<http://www.definicionabc.com/general/estandarizacion.php> [2013-05-04]
- [23] CERTIFICACIÓN [en línea]
<http://www.cesmec.cl/noticias/Certificacion/1.act> [2013-05-06]
- [24] CERTIFICACIÓN [en línea]
<http://www.cesmec.cl/noticias/Certificacion/1.act> [2013-05-06]
- [26] [27] [28] [29] [30] [31] [32] [33] [36] [37] [41] [42] [43] Tesis DISEÑO DE UN BANCO PARA LA MEDICIÓN DE TEMPERATURA EN EL LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA.
- [34] Termómetro Digital
Manual de Usuario Termómetro Digital Fluke 50 Serie II
- [35] Termómetro Bimetálico
Anteproyecto INGENIERÍA CONCEPTUAL DEL SISTEMA DE ASEGURAMIENTO METROLÓGICO DEL MÓDULO DE TEMPERATURA DEL LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
- [38] Termopar
André Fouillé Compendio de electrotecnia
- [39] Termopar [en línea]
<http://www.tecnoficio.com/docs/doc63.php> [31 de enero del 2015]
- [40] Tipos de termopares [en línea]
<http://www.watlow.com/reference/files/colorcode.pdf> [31 de enero del 2015]
- [41] Emisividad [en línea]
<http://www.laternografia.com/2011/la-emisividad> [31 de enero del 2015]
- [44] Termopar [en línea]
<http://www.uam.es/docencia/labvformat/labvformat/Anexo/termopar.htm> [31 de enero del 2015]
- [45] Termocupla [en línea]
http://serverdie.alc.upv.es/asignaturas/LSED/200304/0.Sens_Temp/Clasify/Termocuplas.htm [31 de enero del 2015]
- [46] Transductor [en línea]
<http://www.wordreference.com/definicion/transductor> [31 de enero del 2015]
- [47] Trazabilidad [en línea]
<http://www.upct.es/~gio/trazabilidad.htm> [31 de enero del 2015]
- [48] Ingeniería conceptual
<http://www.ingenieriaquimica.net/noticias/155-ingenieria-conceptual-basica-y-de-detalle> [31 de enero del 2015]

ANEXOS

ANEXO A

INFORMES DE LOS ANALISIS
TERMOGRAFICOS REALIZADOS A
LAS DISTINTAS FACULTADES
(VER CD-ROM).

ANEXO B

SERIE 914X, HORNO DE
METROLOGÍA DE CAMPO. GUÍA
DEL USUARIO.

(VER CD-ROM).

ANEXO C

SMARTVIEW 3.2.1
(VER CD-ROM).